

14.627/H/02



**TUGAS AKHIR
(KL 1702)**

**PENGARUH TATA LETAK BRACING
TERHADAP MEKANISME KERUNTUHAN
JACKET STRUKTUR**



RSke
627.98
Ham
P-1
2000

Oleh :

YON HANIF EL HAMID
NRP. 4394.100.004

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	29/11/2000
Terima dari	H
No. Agenda Prp.	21.2352

**PENGARUH TATA LETAK BRACING
TERHADAP MEKANISME KERUNTUHAN
JACKET STRUKTUR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

**Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Daniel M. Rosyid
NIP. 131 782 038



Dosen Pembimbing II,



Ir. J.J. Soedjono, M.Sc.
NIP. 130 359 270

**SURABAYA
2000**

Abstrak

Tugas Akhir ini membahas tentang pengaruh dari tata letak bracing jacket kaki empat 3-D space frame pada mekanisme keruntuhan akibat incremental horizontal loading. Apabila struktur jacket mendapat beban luar maka akan mendapat respon dari struktur dan akan timbul tegangan pada struktur. Apabila tegangan yang terjadi masih dibawah tegangan yield maka beban horisontal di incremen dan jika tegangan diatas harga tegangan yied maka struktur akan mengalami kegagalan elemen dan bila beban terus diperbesar (incremen loading) maka akan terjadi kegagalan elemen pada beberapa elemen sehingga struktur akan berlanjut ke proses keruntuhan. Kemudian akan didapatkan bahwa bracing bentuk X adalah lay out yang baik tata letak bracing jacket kaki empat 3-D space frame pada mekanisme keruntuhan akibat incremental horizontal loading karena cukup stabil dalam menahan beban gelombang yang telah ditingkatkan hingga mencapai 266,037 kN dengan urutan kegagalan elemen sebagai berikut: 28,47,32,51,26,45,27,46,33,52,1,4,42,30,49,31,50,2,5,55 dibandingkan dengan bracing bentuk K yang hanya mampu menahan beban gelombang sebesar 166,219 kN maupun bentuk bracingZ yang hanya mampu menahan beban gelombang sebesar 155,55 kN. Konfigurasi tata letak bracing yang di tinjau antara lain : konfigurasi diagonal tunggal X, rusuk diagonal K, rusuk diagonal rangkap Z.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kepada Allah SWT Pencipta dan Penguasa Jagat Raya, Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang, yang telah membimbing, memberi kekuatan lahir batin, kekuatan berfikir, yang telah mengabulkan doa dan permohonan hamba-Nya ini.

Tugas Akhir ini dikerjakan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi kesarjanaan strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pemilihan materi tentang mekanisme keruntuhan *Jacket* akibat pengaruh tata letak *bracing* ini dipilih untuk mengetahui sampai berapa besar gaya gelombang yang dapat menimbulkan keruntuhan pada suatu struktur *jacket* struktur kaki empat dengan bentuk tata letak *bracing* X, K dan Z. Dengan perhitungan ini, diharapkan dapat mengetahui beban-beban *maximal* yang mengakibatkan keruntuhan pada struktur *jacket*.

Untuk mengetahui besar beban yang mengakibatkan keruntuhan dalam tugas akhir ini digunakan cara *Increment Loading* atau pembebanan yang bertambah. Penambahan beban dilakukan pada struktur sampai struktur tersebut runtuh dengan parameter keruntuhannya adalah tegangan *yield* yang dimiliki oleh material struktur tersebut. Apabila beban yang diterima struktur tersebut melampaui tegangan *yield* dari material maka struktur tersebut dianggap runtuh. Atau dengan kata lain parameter kegagalan pada tugas akhir ini adalah tegangan

yield. Kemudian dari kegagalan–kegagalan elemen yang terjadi akan dapat diketahui urutan elemen yang mengalami kegagalan.

Dengan segala keterbatasan yang ada, Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran guna mencapai kesempurnaan dan kebaikan dari Tugas Akhir ini. Dan penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat berguna bagi siapa saja yang membutuhkannya.

Surabaya, Medio Juli 2000

Yon Hanif El Hamid

UCAPAN TERIMA KASIH

Terlaksananya penulisan tugas akhir ini tidak luput dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak tersebut :

1. Bapak dan Ibu tercinta atas kasih sayang dan doanya yang tak mungkin terbalasserta tak putus asa dalam membiayai sekolah dan kakak-kakak tercinta serta adik-adik atas semua dukungan moral maupun fisik yang telah diberikan selama ini.
2. Dr. Ir. Daniel M Rosyid dan Ir. J.J. Soedjono, M.Sc.
Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan sejak awal sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Prof. Ir. Soegiono.
Selaku dosen wali yang telah banyak membantu selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Kelautan.
4. Dr. Ir. Paulus Indiyono, MSc. selaku Kepala Jurusan Teknik Kelautan.
5. Seluruh staf Dosen dan Karyawan yang bertugas di Jurusan Teknik Kelautan ITS.
6. "*Silvy Endah Eka Dyahningrieni*" atas pengertiannya selama ini.
7. Rekan-rekan Seangkatan L'95 : Ewok, Rafiq, Wir, Kunam, Kojar, Iyo', Rahman (IMMS), Andhika, Joe & Susi, para penunggu Blok

T_78, Umar, Azhar (WSM), Hercules dan para lingkup lingkaran setan semuanya.

8. Teman-teman seangkatan : Kingkong, Karjo, Ipul, Eko, Kamid, Setan, Bakhrudin, Anton, DJ, Yusuf, Hamidi, Sayang, Bagus Jancuk, Arab, Daryono dari Angkatan '94 dan seluruh mahasiswa Jurusan Teknik Kelautan yang selalu memberi keceriaan dan kecerahan suasana selama menjalani studi di Teknik Kelautan ITS.
9. Seluruh penghuni lantai empat (Uton, Medy, Fadil, Citos, Daryono, Paulus) atas kebersamaannya selama ini
10. Seluruh penghuni kost-kostan GW 42 yang satu penderitaan.

Kupersembahkan Tugas Akhir Ini kepada :

Kakek dan Nenek

Bapak dan Ibu

Drs. Nursalim Musa dan Siti Riamah

Kakak-kakaku Tercinta

Bambang Amir Al Hakim

Saifudin Alghozi

Misbahudin Aidy

Adik-adikku tercinta

Fitryah Indah

Ahmed Badar Huda

Etik Rahmawatin

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum	IV-1
4.2. Kriteria Kekuatan Dalam API-RP2A	IV-1
4.2.1. Tegangan Tarik Axial	IV-1
4.2.2. Tegangan Tekan Axial	IV-2
4.2.3. Tegangan Tekuk	IV-3
4.2.4. Tegangan Geser	IV-4
4.3. Respon Struktur	IV-5
4.4. Pembahasan Hasil Analisa	IV-26
4.4.1. Tegangan Axial	IV-26
4.4.2. Tegangan Geser dan Tegangan Torsional	IV-27
4.4.3. Tegangan Bending	IV-27
4.4.4. Rasio Interaksi	IV-28
4.4.5. Urutan Proses Keruntuhan Jacket Struktur	
Kaki Empat	IV-28

BAB V KESIMPULAN & SARAN

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

Output Nastran (Respon Struktur) untuk Tiap Bracing
Program Fortran Gaya Gelombang
Output Fortran Gaya Gelombang
Geometri Struktur
Indeks Environment
Tabel Tegangan Ijin

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Struktur Plane Frame Tipe Bracing X	I-3
Gambar 1.2. <i>tipe Bracing</i>	I-4
Gambar 2.1 Model Kegagalan	II-3
Gambar 2.2. <i>Pembebanan Axial Pada Batang Tubular</i>	II-11
Gambar 2.3. Tegangan Axial Akibat Kopel	II-12
Gambar 2.4. <i>Momen Puntir Pada Batang Tubular</i>	II-13
Gambar 2.5. <i>Definisi Parameter Gelombang</i>	II-18
Gambar 3.1. <i>Jacket Struktur Space Frame Kaki Empat Dengan Tata Letak Bracing X</i>	III-4
Gambar 3.2. <i>Jacket Struktur Space Frame Kaki Empat Dengan Tata Letak Bracing K</i>	III-5
Gambar 3.3. <i>Jacket Struktur Space Frame Kaki Empat Dengan Tata Letak Bracing X</i>	III-6
Gambar 3.4. <i>Arah Datang gelombang</i>	III-7
Gambar 3.5. Tabel Dialog Mendefinisikan Material Struktur	III-10
Gambar 3.6. Tabel Dialog Mendefinisikan Elemen Batang	III-10
Gambar 3.7. Tabel Dialog Mendefinisikan Properti Struktur	III-10
Gambar 3.8. Tabel Dialog Mendefinisikan Porses Incremen Loading	III-11
Gambar 4.1. Grafik Hubungan Tegangan Bending-Indeks Environment	IV-10
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Tegangan Kombinasi-Indeks Environment	IV-11
Gambar 4.3. Grafik Hubungan Rasio Interaksi-Indeks Environment	IV-12
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Tegangan Torsi-Indeks Environment	IV-13
Gambar 4.1. Grafik Hubungan Tegangan Bending-Indeks Environment	IV-10
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Tegangan Geser-Indeks Environment	IV-14
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Tegangan Axial-Indeks Environment	IV-15
Gambar 4.7. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat Bracing X Gagal elemen 28,47	IV-16
Gambar 4.8. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	

Bracing X Gagal elemen 28,47,32,51	IV-17
Gambar 4.9. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing X Gagal elemen 28,47,32,51,26,27,33,45,46,52	IV-18
Gambar 4.10. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing X Mengalami Keruntuhan	IV-19
Gambar 4.11. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing K Gagal elemen 23	IV-20
Gambar 4.12. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing K Gagal elemen 23,39,40,41,42,47,37,20,21,36	IV-21
Gambar 4.13. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing K Mengalami Keruntuhan	IV-22
Gambar 4.14. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing Z Gagal elemen 18	IV-23
Gambar 4.15. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing Z Gagal elemen 18,28,27,5,6,15,16	IV-24
Gambar 4.16. Jacket struktur Space Frame Kaki Empat	
Bracing Z Mengalami Keruntuhan	IV-25

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Koordinat Struktur jacket Dengan Bracing X	III-2
Tabel 3.2. Koordinat Struktur jacket Dengan Bracing K	III-3
Tabel 3.3. Koordinat Struktur jacket Dengan Bracing Z	III-3
Tabel 4.1. Tegangan Ijin Yang Direkomendasikan API RP-2A	IV-5
Tabel 4.2. Indeks Environment	IV-6
Tabel 4.3. Respon Struktur Jacket Kaki Empat Dengan Bracing X	IV-7
Tabel 4.4. Respon Struktur Jacket Kaki Empat Dengan Bracing K	IV-8
Tabel 4.5. Respon Struktur Jacket Kaki Empat Dengan Bracing Z	IV-9
Tabel 4.6. Rantai Jalur Kegagalan Jacket Struktur Kaki Empat	IV-29
Tabel 5.1. Urutan Kegagalan Jacket Struktur	V-3

Katakanlah :
Kalau sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-
kalimat Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis
(ditulis) kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan
tambahan sebanyak itu (pula) ”.

(Q.S. Al-Kahfi : 109)

BAB I



PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Untuk keperluan eksploitasi minyak dilepas pantai, jenis *fixed offshore platform* merupakan salah satu jenis konstruksi bangunan lepas pantai. Sebagian besar anjungan lepas pantai didunia sekarang berupa anjungan terpancang (*jacket*). Ada tiga komponen utama dari konstruksi *jacket* ini, yaitu: *Deck structure*, *Jacket*, dan *Pile*. *Deck Structure* adalah *platform* yang ditempatkan diatas *jacket*, bagian ini digunakan untuk menempatkan segala peralatan produksi, tempat seluruh kegiatan eksploitasi atau tempat akomodasi. *Jacket* adalah bagian konstruksi yang tercelup air dan merupakan konstruksi utama yang menopang bangunan. Konstruksi *jacket* ini sebagian besar dibangun dari pipa-pipa baja. Komponen utamanya terdiri dari dari kaki-kaki penyangga (*jacket leg*) yang didalamnya berisi tiang pancang (*pile*) yang menembus dasar laut, dan beberapa penguat (*brace*) yang memiliki diameter yang lebih kecil dari kaki *jacket*. *Brace* dibagi menjadi tiga macam yaitu: *brace* diagonal pada bidang vertikal, *brace* horisontal, *brace* diagonal pada bidang horisontal yang berfungsi sebagai penghantar pengaruh gaya horisontal yang bekerja pada struktur menuju pondasi, penjaga keutuhan bentuk struktur. Pemilihan Konfigurasi *bracing* atau pola perangkaan sangat penting dalam struktur karena akan mempengaruhi kekuatan struktur secara keseluruhan. Ada beberapa konfigurasi *bracing* antara lain : konfigurasi diagonal tunggal N, rusuk diagonal K, rusuk diagonal rangkap X.

Dalam analisa sebuah struktur, jika beban diperbesar sampai struktur meleleh (*yield*) disejumlah lokasi maka struktur akan mengalami kegagalan elemen dan dan bila beban terus diperbesar maka struktur berlanjut ke proses keruntuhan.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Struktur yang ditinjau adalah sebuah struktur *jacket* yang dimodelkan sebagai sebuah struktur *frame* 3-D (gambar 1.1). Untuk perairan Indonesia gaya luar yang dominan adalah beban akibat gaya gelombang, arus, angin, gempa, dan beban akibat dari gaya berat konstruksi serta beban operasional. Gaya dan momen internal merupakan respon struktur akibat adanya beban luar yang bekerja pada struktur. Dari beban luar yang telah dihitung sebelumnya maka dapat dihitung besarnya respon dari struktur. Apabila tegangan diatas harga tegangan *yield* maka struktur akan mengalami kegagalan elemen dan bila beban terus diperbesar (*diincrement*) maka struktur berlanjut ke proses keruntuhan. Dari uraian diatas dirumuskan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana pengaruh tata letak *bracing jacket* kaki empat 3-D *space frame* pada mekanisme keruntuhan akibat *incremental horizontal loading procedure*?

1.3 TUJUAN

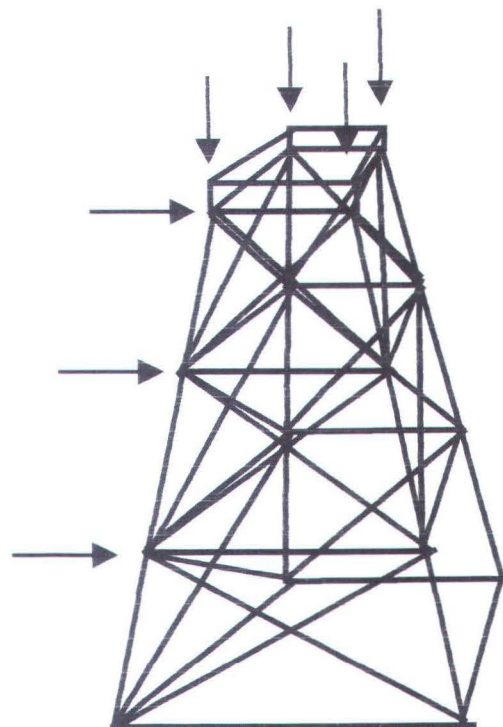
Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan :

- *Lay out* yang baik tata letak *bracing* terhadap mekanisme keruntuhan struktur *jacket* kaki empat 3-D *space frame* akibat *incremental horizontal loading*.

1.4. BATASAN MASALAH

Beberapa batasan atau asumsi yang dilakukan untuk lebih menyederhanakan dan memperjelas permasalahan supaya tidak menyimpang dari tujuan utama dan juga untuk lebih memudahkan dalam analisa adalah sebagai berikut :

1. Jenis struktur yang dianalisa adalah *jacket* kaki empat 3-D seperti di bawah :



Gambar 1.1. Struktur plane frame tipe bracing X

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan

(Q.S. Al-Mujadillah : 11)

BAB II



TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

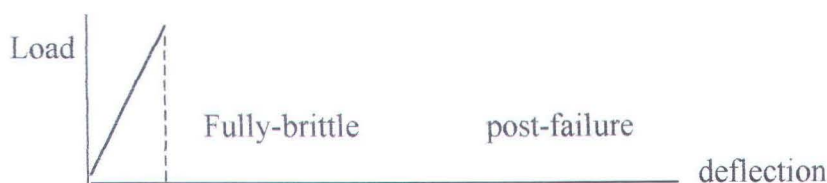
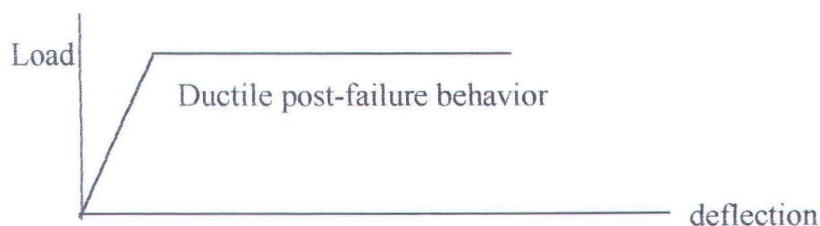
2.1.1 Mekanisme Keruntuhan

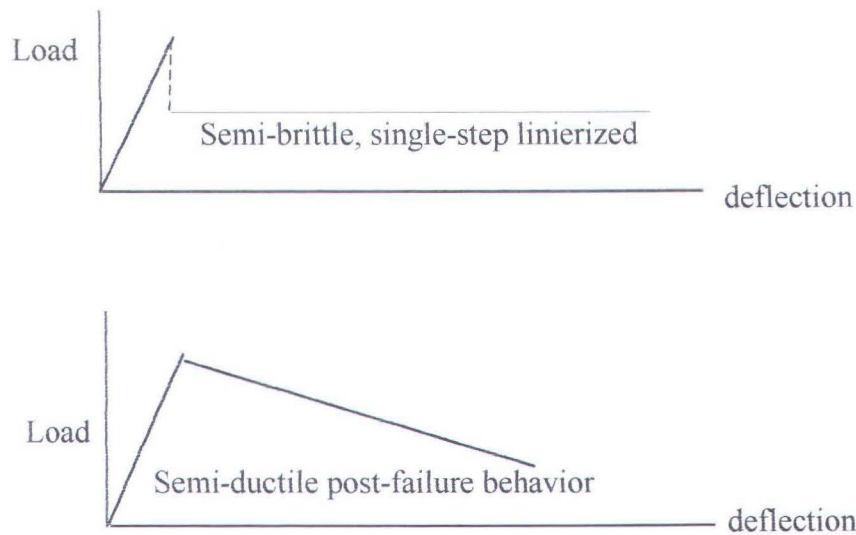
Apabila struktur *jacket* mendapat beban luar maka akan mendapat respon dari struktur dan akan timbul tegangan pada struktur. Kemudian tegangan diperiksa, apakah tegangan yang terjadi masih dibawah tegangan yang diijinkan maka beban horisontal di*increment* dan jika tegangan diatas harga tegangan ijin struktur diperiksa apakah mengalami kegagalan elemen atau tidak. Bila mengalami kegagalan elemen beban terus diperbesar (*increment loading*) dan bila terjadi kegagalan elemen pada beberapa elemen maka struktur akan berlanjut ke proses keruntuhan.

2.1.2. Model *incremental loading* (peningkatan beban) kritis

Beban node dapat dinaikkan dengan perhitungan kenaikan beban. Salah satu kenaikan beban adalah elemen dengan keandalan rendah. Dengan definisi adanya kegagalan dan peningkatan beban mengalami kegagalan dapat dihitung dengan asumsi model struktur linier. Model kegagalan kritis atau refleksi mode kegagalan kritis dengan adanya penyerapan energi minimal yang menyebabkan kegagalan elemen struktur (gambar 2.1). Prosedur dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Analisa struktur, dimulai dengan nilai rata-rata beban node.
2. Memilih elemen dengan keandalan rendah.
3. Memilih beban node yang menyebabkan kekuatan tinggi.
4. Mengasumsi model struktur linier dengan menentukan peningkatan beban dari struktur yang dipilih.
5. Sesuai dengan perilaku kegagalan akhir semua kegagalan *tensile* diawali dengan adanya *ductile*, dimana terbentuk setelah kapasitas beban mengalami kegagalan. Untuk mengurangi kegagalan empat perilaku *buckling* dapat diperiksa yaitu : *ductile*, *fully brittle*, *semi brittle* dan *semi ductile*.
6. Untuk struktur *buckling* pada *semi ductile*, kekakuan dapat dimodifikasi dengan mengganti modulus Young tanpa pembebanan yang dapat digambarkan dengan angka negatif dari E_u . Untuk kegagalan struktur yang lain kekakuan yang dimodifikasi dengan analisa tetapi sistem pembebanan node pada ujung dapat dibangkitkan dengan refleksi dari kapasitas beban kegagalan akhir.
7. Peningkatan kegagalan elemen yang lain adalah struktur mengalami *collaps* (Rosyd, D.M., 1992).





Gambar 2.1. Model kegagalan

2.1.3. Model Kegagalan

Model kegagalan elemen struktur pada umumnya mengalami kegagalan mode. Beam dapat mengalami kegagalan pada *bending*. Biasanya pada beberapa mode kegagalan seperti *tubular joint* sebagai *brace* atau *chord* yang *buckling* atau *fatigue failure* pada las-lasan, ketika lebih dari satu mode kegagalan untuk *joint* terjadi setiap mode kegagalan menentukan kegagalan elemen sehingga model *joint* terbentuk oleh sejumlah kegagalan elemen. Kegagalan elemen adalah *brittle* sempurna menjadi tak berguna setelah kegagalan seperti contoh kapasitas pembebanan disebabkan oleh kegagalan. Kurva pembebanan *defleksi* untuk tipe *brittle failure element*, jika kegagalan elemen terdiri dari *load bearing capacity* setelah kegagalan dinamakan *ductile* sempurna. Untuk contoh *kondisi perfectly ductile failure element*. Kegagalan seperti tersebut dinamakan elemen *ductile*. Kegagalan *buckling* dimodelkan oleh kurva pembebanan *defleksi*, dimana beberapa bagian tidak semuanya dari kapasitas kekuatan kegagalan yang ditahan.

Kapasitas kekuatan penahanan diberikan parameter γ , dimana $0 \leq \gamma \leq 1$, $\gamma = 0$ kondisi *brittle*, $\gamma = 1$ kondisi *ductile* (Palle dan Yoshisada, 1986).

2.2. LANDASAN TEORI

2.2.1. Metode Elemen Hingga Sebagai Dasar Analisa Statis

Penyelesaian suatu permasalahan dalam bidang rekayasa umumnya menghasilkan ekspresi/model matematik yang melibatkan kondisi batas (*boundary condition*), sifat material, ketidaklinieran dan sebagainya, sehingga jarang sekali model matematis untuk masalah-masalah teknik yang bisa diselesaikan secara analitis. Keadaan inilah yang memaksa *engineer* menggunakan analisa numerik yang kendatipun hasilnya hanya bersifat pendekatan tetapi dianggap cukup dapat diterima. Perhitungan lendutan dan tegangan di sepanjang elemen *space-frame* adalah salah satu masalah teknik yang cukup populer dalam bidang rekayasa lepas pantai.

Pendekatan-pendekatan numerik ini, berdasarkan sifatnya selalu menggunakan informasi-informasi pada *joint*. Proses penentuan *joint* ini disebut *discretization*. Salah satu caranya adalah dengan membagi suatu sistem menjadi bagian-bagian atau elemen-elemen yang lebih kecil. Pemecahan masalah kemudian dilakukan pada elemen-elemen kecil ini, yang selanjutnya digabungkan kembali sehingga didapatkan pemecahan masalah secara keseluruhan. Metode ini dikenal dengan *finite element method* atau metode elemen hingga.

Pada bab ini akan diuraikan proses perhitungan lendutan dengan metode elemen hingga pada elemen-elemen struktur *jacket* dan penjelasan ringkas tentang NASTRAN yang merupakan suatu paket program untuk memecahkan masalah-

masalah teknik di lapangan. Paket program ini menggunakan metode elemen hingga dalam analisa dan perhitungannya, sehingga sangat membantu dalam proses analisa struktur.

Prosedur Perhitungan Lendutan pada Struktur

Pada prinsipnya metode elemen hingga memperlakukan suatu sistem sebagai gabungan dari elemen-elemen kecil yang digabungkan satu sama lain oleh titik-titik yang disebut *joint/node*.

Fungsi yang sederhana umumnya dipilih untuk mendekati distribusi atau variasi lendutan yang sesungguhnya pada tiap elemen tersebut. Fungsi yang harus memenuhi syarat-syarat tertentu itu disebut dengan *displacement function* atau *displacement model*. Hasil yang diinginkan seperti besar lendutan, dihitung pada *joint*, sehingga hasil akhir yang diperoleh adalah harga pendekatan dari lendutan pada lokasi-lokasi diskret dari sistem yang diselidiki, yaitu pada *nodes-point*-nya tersebut.

Untuk fungsi *displacement*-nya, bisa dipilih fungsi *polinomial* atau fungsi trigonometri, atau juga beberapa fungsi sederhana yang lain. Umumnya digunakan polinomial karena fungsi ini mudah dimanipulasi secara matematis. Secara ringkas prosedur analisa lendutan dan tegangan dengan metode elemen hingga adalah seperti pembahasan berikut ini.

Pendiskritan dari sistem yang dianalisa

Ini adalah proses dimana sistem yang dianalisa dibagi menjadi bagian-bagian kecil. Beberapa usaha telah dilakukan untuk membagi elemen-elemen ini secara otomatis., akan tetapi dalam banyak hal tergantung kecakapan individu yang melakukan analisa, termasuk misalnya menentukan model apa yang akan digunakan sebagai elemennya dan berapa jumlah serta dimensinya yang dianggap memenuhi syarat untuk suatu masalah tertentu.

Pendiskritan ini merupakan tahap yang penting, karena dalam praktek suatu sistem umumnya sangat kompleks dan besar, sehingga untuk keperluan analisa dengan metode elemen hingga hanya bagian-bagian tertentu yang dianggap perlu saja yang akan diselidiki.

Struktur *jacket* yang terdiri dari *chord* dan *brace* adalah suatu sistem yang terdiri dari banyak elemen *space-frame*. Elemen *space frame* sebenarnya adalah gabungan dari dua macam elemen, yaitu elemen *truss* dan *beam* dalam koordinat global tiga dimensi. Pengasumsian ini didasarkan pada pembebanan dan lendutan yang akan terjadi pada elemen *space frame* tersebut.

Elemen *truss* adalah elemen yang akan mengalami pembebanan dan lendutan pada arah aksial (pada arah sumbu elemen) sedang elemen *beam* akan mengalami pembebanan, lendutan dan momen ke arah lateral.

Elemen *chord* dan *brace* pada struktur *jacket* akan mengalami pembebanan dari segala arah (aksial dan lateral) dalam ruang sehingga elemen *chord* dan *brace* tersebut akan mengalami lendutan dan momen ke segala arah pula. Jadi pendekatan model elemen yang paling baik untuk elemen *chord* dan

brace ini adalah gabungan antara elemen truss dan *beam* dalam koordinat global tiga dimensi atau *space frame*.

Pemilihan model lendutan

Walaupun hanya bersifat pendekatan akan tetapi pemilihan model lendutan ini harus tetap memenuhi ketentuan pokok tertentu. Sebagai contoh, derajat dari fungsi polinomial yang umum digunakan sebagai model lendutan dipilih/dibatasi atas dasar pertimbangan-pertimbangan praktis, karena pendekatan akan menjadi eksak kalau derajat polinomial yang digunakan adalah tak terhingga, dan hal ini tentu saja tidak mungkin. Model paling sederhana yang sering digunakan adalah polinomial linier. Berikut ini adalah bentuk umum dari polinomial yang biasa digunakan:

$$u(x) = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3 + \dots + \alpha_n x^n \quad (2.1)$$

Bentuk polinomial ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan matriks sebagai berikut:

$$\{u\} = [\phi]\{\alpha\} \quad (2.2)$$

Dimana:

$\{u\}$ = Matriks model lendutan

$[\phi]$ = Matriks koordinat masing-masing simpul

$\{\alpha\}$ = Matriks koordinat umum

Kemudian antara lendutan dan simpul dengan koordinat umum dihubungkan dengan persamaan matriks berikut:

$$\begin{aligned}\{q\} &= [A]\{\alpha\} \quad \text{atau} \\ \{\alpha\} &= [A]^{-1}\{q\}\end{aligned}\tag{2.3}$$

Substitusi persamaan (2.3) ke persamaan (2.2) menghasilkan persamaan matriks yang menyatakan hubungan antara model lendutan (u) dan vektor lendutan simpul (q) dalam bentuk:

$$\{u\} = [\phi][A]^{-1}\{q\}\tag{2.4}$$

Fungsi yang menghubungkan model lendutan dan vektor lendutan simpul di atas disebut fungsi bentuk (*shape function*). Notasinya adalah seperti di bawah ini:

$$[N] = [\phi][A]^{-1}\tag{2.5}$$

Fungsi bentuk merupakan dasar pembentuk matriks kekakuan dan gaya simpul ekuivalen.

Penurunan Matriks Kekakuan Elemen

Kekakuan pada dasarnya menghubungkan *displacement* pada *joint* dengan gaya-gaya luar yang bekerja pada *joint* tersebut. Analisa struktur dengan metode energi mengharuskan struktur hanya menerima beban yang bekerja pada titik-titik simpul. Namun pada kondisi pembebanan yang sebenarnya, seperti beban gelombang pada struktur *jacket*, gaya umumnya terdistribusi secara merata

sepanjang elemen. Agar syarat di atas terpenuhi, maka beban merata tersebut harus diubah bentuknya menjadi beban terpusat lain yang sebenarnya pada struktur, seperti berat anjungan/bangunan atas, maka akan didapat gaya simpul gabungan. Gaya simpul gabungan inilah yang digunakan dalam analisa pada struktur *jacket* dengan metode energi. Hubungan di atas dinyatakan dengan persamaan matriks keseimbangan statis, dalam bentuk sebagai berikut:

$$[K]\{q\} = \{Q\} \quad (2.6)$$

Dimana:

$[K]$ = matriks kekakuan

$\{q\}$ = matriks vektor lendutan simpul

$\{Q\}$ = matriks vektor dari gaya simpul gabungan

Lendutan yang diperoleh pada tiap elemen ini adalah lendutan yang ditinjau dari sumbu koordinat lokal atau koordinat elemen. Untuk masalah-masalah yang sederhana matriks kekakuan bisa ditentukan dengan menggunakan azas keseimbangan, namun hal tersebut sulit diterapkan pada masalah atau sistem yang sedikit kompleks. Penurunan matriks kekakuan untuk analisa lendutan pada struktur *jacket* ini menggunakan metoda energi. Matriks kekakuan dipengaruhi pada tiga hal yaitu model lendutan yang dipakai, geometri dari elemen-elemennya dan sifat material elemen.

Karena sifat material ini bisa berbeda-beda untuk setiap elemen, maka metode ini memungkinkan untuk dipakai pada sistem atau struktur yang terdiri dari bermacam-macam material yang berbeda sifatnya.

Assembly atau penggabungan dari elemen-elemen

Proses ini didasarkan pada anggapan kontinuitas pada *joint* yang menghubungkan satu elemen dengan elemen yang lain. Pada proses ini persamaan yang dihasilkan adalah seperangkat persamaan aljabar simultan. Untuk masalah teknik yang riil (sistem yang terdiri dari banyak elemen) ukuran matriksnya akan besar sekali dan hampir tidak mungkin untuk diselesaikan secara manual. Disinilah peran komputer dengan kecepatan tinggi mutlak diturunkan. Persamaan global yang harus diselesaikan dalam proses penggabungan elemen ini adalah:

$$[K]\{r\} = \{R\} \quad (2.7)$$

Dimana:



$[K]$ = matriks kekakuan global

$\{r\}$ = matriks vektor lendutan untuk seluruh sistem yang dianalisa

$\{R\}$ = matriks pembebanan global

Matriks kekakuan dan pembebanan global pada persamaan tersebut adalah matriks kekakuan dan pembebanan lokal yang sudah ditransformasikan ke dalam koordinat global atau koordinat struktur. Jadi dalam proses penggabungan elemen ini perlu didefinisikan terlebih dahulu matriks transformasi atau matriks rotasinya.

Perhitungan lendutan dari persamaan aljabar simultan

Setelah persamaan global dan kondisi batasnya dapat dihubungkan, maka persamaan aljabar simultan tersebut segera dapat diselesaikan untuk mendapatkan besarnya lendutan. Untuk persamaan linier hal ini mudah diselesaikan, tetapi untuk yang nonlinier tidaklah mudah, sehingga beberapa metode bantu untuk

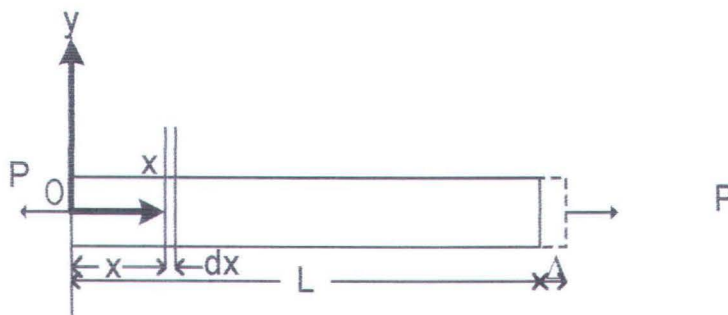
memodifikasi persamaan, digunakan untuk maksud tersebut, sehingga mempercepat proses manipulasi yang dilakukan komputer (Houston, 1981).

2.2.2. Tegangan

2.2.2.1. Tegangan Normal/Aksial (*Axial Stress*)

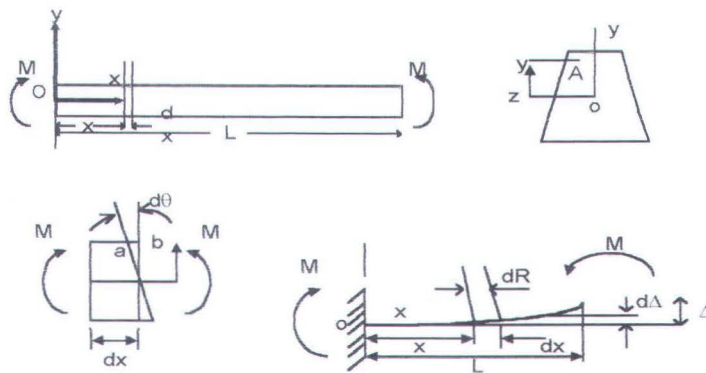
Pada gambar 2.2, batang mengalami pembebanan aksial akibat gaya tarik P . Akibat gaya ini, batang akan mengalami tegangan aksial sebesar:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{dengan} \quad A = \text{Luas penampang lintang} \quad (2.8)$$



Gambar 2.2. Pembebanan aksial pada batang tubular

Selain akibat gaya aksial, tegangan aksial dapat diakibatkan juga oleh momen lentur murni akibat kopel M yang terjadi di setiap ujungnya (gambar 2.3). Tegangan yang terjadi akibat momen ini dikenal sebagai *bending stress* atau tegangan lentur.



Gambar 2.3. Tegangan aksial akibat kopel

$$\sigma = -\frac{My}{I} \quad (2.9)$$

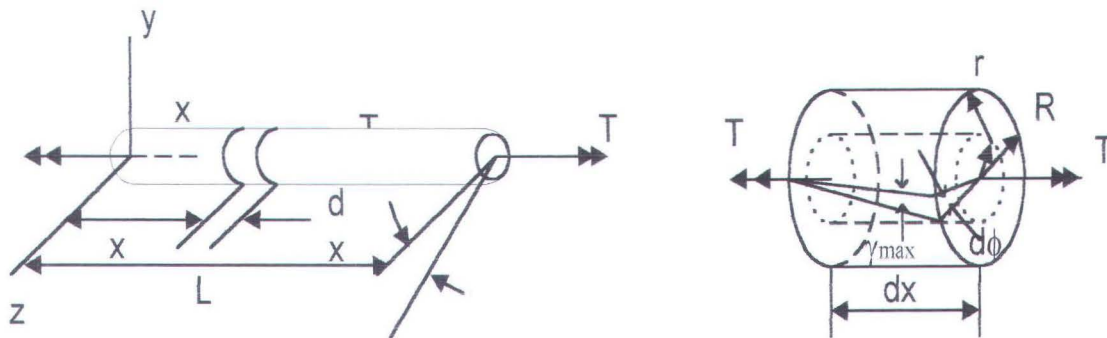
dimana y adalah jarak dari sumbu netral ke sembarang titik A pada penampang (gambar 2.3) dan I_z adalah momen inersia bidang penampang melintang terhadap sumbu z .

Interaksi antara kedua jenis tegangan aksial di atas dalam kaitannya dengan superposisi antara kedua jenis tegangan aksial tersebut, menghasilkan koreksi pada besar tegangan lentur. Pengurangan besar tegangan lentur akibat adanya akibat adanya tegangan tarik dapat diabaikan tetapi penambahan besar tegangan lentur akibat terbentuknya tegangan *buckling* yang disebabkan oleh tegangan aksial tekan perlu diperhatikan.

2.2.2.2. Tegangan Geser.

Batang penampang bulat juga akan mengalami tegangan geser walau besarnya tidak terlalu berarti. Penyebab paling besar terjadinya tegangan geser pada elemen penampang bulat seperti *leg* struktur *jacket*, adalah momen puntiran

aksial (*axial torque*). Pada gambar 2.4., tampak batang *tubular* dengan panjang L , mengalami pembebanan momen puntir T di kedua ujungnya.



Gambar 2.4. Momen puntir pada batang tubular

Tegangan geser maksimum akan terjadi di permukaan luar batang dan dihitung dengan rumus :

$$\tau = \frac{T.R}{J} \quad (2.10)$$

dimana J adalah momen inersia polar penampang lingkaran (in^4), T adalah momen torsi yang terkonsentrasi (kip-in), dan R adalah jari-jari penampang batang

Adapun nilai momen inersia polar J adalah (Rokach, 1991):

$$J = \frac{\pi}{2} (R_o^4 - R_i^4) \quad \text{untuk circular ring} \quad (2.11)$$

$$J = \frac{\pi}{2} R^4 \quad \text{untuk round bar} \quad (2.12)$$

Tegangan geser yang bekerja pada penampang lintang lingkaran dan R adalah jari-jari penampang batang. Tegangan geser yang bekerja pada penampang lintang lingkaran selalu berarah tengensial (tegak lurus jari-jari) dan mempunyai arah yang sama dengan momen puntir (Houston, 1984).

2.2.2.3. Kriteria Tegangan Ijin

Bagian struktur yang menerima beban kompresi dan beban tekuk harus memenuhi kriteria kekuatan dan kriteria stabilitas. Apabila total tegangan pada setiap bagian konstruksi melebihi tegangan ijin maka keruntuhan akan terjadi (API RP-2A, 1993).

Tegangan tarik ijin

$$F_t = 0,6 \times F_y \quad (2.13)$$

Dimana : F_t = tegangan tarik ijin (Mpa)

F_y = tegangan yield (Mpa)

Tegangan tekan, knik kolom

Untuk $D/t \leq 60$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r} \right)^2}{2 C_c^2} \right] \cdot F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3 \left(\frac{Kl}{r} \right)^3}{8 C_c^3}} \quad \text{apabila } \frac{Kl}{r} < C_c \quad (2.14)$$

$$F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23 \left(\frac{Kl}{r} \right)^2} \quad \text{apabila } \frac{Kl}{r} \geq C_c \quad (2.15)$$

dimana :
$$C_c = \left[\frac{2\pi^2 E}{F_y} \right]^{1/2} \quad (2.16)$$

$\frac{D}{t} \geq 60$, harga F_y pada formula diatas diganti dengan harga terkecil antara

F_{xc} dan F_{xc} (tegangan knik lokal) di bawah.

E = Modulus Elastisitas Young [Psi atau Mpa]

K = Faktor panjang efektif, lihat tabel VI-1 diambil dari AISC.

I = panjang yang tidak ditumpu [in atau m]

R = jari-jari girasi [in atau m] = diameter luar [in atau m] = tebal dinding

Tegangan tekan, knik setempat

Bagian tubular tanpa penegar diperhitungkan kemungkinan terjadinya knik setempat apabila $\frac{D}{t} > 60$. Apabila $60 < \frac{D}{t} < 300$ dengan $t \geq 0,25$ in (6 mm) maka besarnya tegangan knik setempat elastis dan tegangan knik setempat tidak elastis harus ditentukan berdasarkan formula berikut :

Tegangan knik setempat elastis

$$F_{xc} = \frac{2C \cdot E \cdot t}{D} \quad (2.17)$$

Tegangan setempat tak elastis

$$F_{xc} = F_y \cdot \left[1,64 - 0,23 \left(\frac{D}{t} \right)^{1/4} \right] \leq F_{xc} \quad (2.18)$$

$$F_{xc} = F_y \text{ untuk } \left(\frac{D}{t} \right) \leq 60 \quad (2.19)$$

Tegangan Tekuk

Tegangan tekuk ijin ditentukan formula :

$$F_b = 0,75 F_y \quad \text{untuk} \quad \left(\frac{D}{t}\right) \leq 1500/F_y \quad (2.20)$$

$$\text{atau} \quad \left(\frac{D}{t}\right) \leq 10340/F_y \quad (\text{satuan SI})$$

$$F_b = \left[0,84 - 1,74 \frac{F_y \cdot D}{E_t} \right] \cdot F_y \quad \text{untuk} \quad 1500/F_y < \left(\frac{D}{t}\right) \leq 3000/F_y \quad (2.21)$$

$$\text{atau} \quad 10340/F_y < \left(\frac{D}{t}\right) \leq 20680/F_y \quad (\text{satuan SI})$$

$$F_b = \left[0,72 - 0,58 \frac{F_y \cdot D}{E_t} \right] \cdot F_y \quad \text{untuk} \quad 3000/F_y < \left(\frac{D}{t}\right) \leq 300 \quad (2.22)$$

$$\text{atau} \quad 20680/F_y < \left(\frac{D}{t}\right) \leq 300 \quad (\text{satuan SI})$$

Tegangan Geser

Untuk bagian tubular, besarnya tegangan geser maksimum adalah :

$$f_v = \frac{V}{0,5 \cdot D} \quad (2.23)$$

Dimana :

V = gaya geser lintang [kips atau MN]

A = luas bidang [in^2 atau m^2]

Sedangkan tegangan geser yang diijinkan ditentukan dari :

$$F_v = 0,4 \times F_y$$

Tegangan geser Torsional

Tegangan geser torsional maksimum untuk bagian tubular akibat torsi adalah :

$$f_{vt} = \frac{M_t \left(\frac{D}{2} \right)}{I_p} \quad (2.24)$$

f_{vt} = tegangan geser torsi maksimum (Mpa)

M_t = momen torsi (MN-m)

I_p = momen inersia polar (m^4)

Tegangan torsional yang diijinkan :

$$f_{vt} = 0,4 \times F_y \quad (2.25)$$

Tegangan Majemuk Tekan dan Tekuk

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{\sqrt{f_{xb}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1.0 \quad (2.26)$$

apabila $f_a/F_a \leq 0.15$, maka digunakan

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1.0 \quad (2.27)$$

2.2.3. Gaya yang Bekerja pada Struktur Jacket

Struktur jacket kaki empat space frame-3D ini dikenai dua gaya yaitu gaya akibat beban mati struktur dan beban hidup struktur yang diasumsikan konstan dan akibat gaya gelombang yang diincremen (meningkat) 25% secara terus menerus.

Didalam perhitungan gaya gelombang ini mengacu pada teori gelombang linier. (*Airy Wave Theory*). Teori gelombang ini sangat berguna dalam analisis awal proses perancangan. Teori ini didasarkan pada asumsi bahwa tinggi gelombang dianggap sangat kecil dibanding dengan panjang gelombang dan kedalaman perairan.

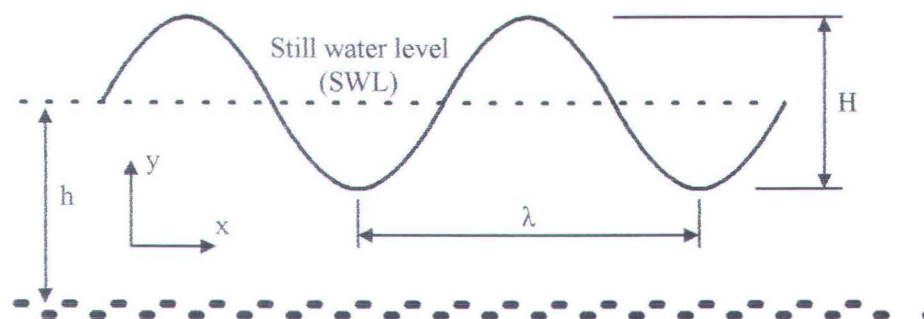
Teori gelombang Airy mampu menggambarkan gerakan gelombang secara sederhana. Teori ini mengasumsikan bentuk gelombang berupa sinusoidal dimana

tinggi gelombang (H) lebih kecil bila dibandingkan dengan panjang gelombang (λ) dan kedalaman air (h).

Teori Gelombang

Dalam studi ini teori gelombang yang akan digunakan adalah teori gelombang linier *Airy* (*Airy wave theory*). Teori gelombang ini sangat berguna dalam analisis awal proses perancangan. Teori ini didasarkan pada asumsi bahwa tinggi gelombang dianggap sangat kecil dibanding dengan panjang gelombang dan kedalaman perairan.

Teori gelombang *Airy* mampu menggambarkan gerakan gelombang secara sederhana. Teori ini mengasumsikan bentuk gelombang berupa sinusoidal dimana tinggi gelombang (H) lebih kecil bila dibandingkan dengan panjang gelombang (λ) dan kedalaman air (h).



Gambar 2.5. Definisi parameter gelombang (Dawson, 1983)

Teori gelombang ini sangat berguna dalam proses perancangan pada analisa awal. Teori ini didasarkan pada mengasumsi bahwa tinggi gelombang dianggap sangat kecil bila dibandingkan dengan panjang gelombang dan kedalaman perairan. Kecepatan vertikal dan horisontal partikel fluida dapat dihitung dengan persamaan :

$$u = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh ks}{\sinh kd} \cos \theta \quad (2.28)$$

$$v = \frac{\pi H}{T} \frac{\sinh ks}{\sinh kd} \sin \theta \quad (2.29)$$

Percepatan vertikal dan horisontal partikel fluida dihitung dengan persamaan :

$$\frac{du}{dt} = \frac{2\pi^2 H}{T^2} \frac{\cosh ks}{\sinh kd} \sin \theta \quad (2.30)$$

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{2\pi^2 H}{T^2} \frac{\sinh ks}{\sinh kd} \cos \theta \quad (2.31)$$

Profil vertikal permukaan gelombang :

$$\eta = \frac{H}{2} \cos \theta \quad (2.32)$$

Beberapa pendekatan yang digunakan :

$$\text{Deep water} \quad \frac{\cosh ks}{\sinh kd} = \frac{\sinh ks}{\sinh kd} = e^{ky} \quad (2.33)$$

$$\text{Shallow water} \quad \frac{\cosh ks}{\sinh kd} = \frac{1}{kd} \quad (2.34)$$

$$\frac{\sinh ks}{\sinh kd} = 1 + \frac{y}{d} \quad (2.35)$$

Perhitungan Panjang Gelombang

Perhitungan panjang gelombang pada perairan tertentu secara teoritis dapat dihitung dengan rumusan berikut :

$$L_o = gT^2/2\pi \quad (2.36)$$

Untuk memperkecil kesalahan yang mungkin terjadi maka dilakukan beberapa kali iterasi sampai errornya 0,0001.

$$k = 2\pi/L_o \quad (2.37)$$

$$L = \quad \quad \quad (2.38)$$

Perhitungan Beban Gelombang

Beban gelombang yang bekerja merupakan penjumlahan dari gaya-gaya yang timbul, yaitu *drag force*, *inertia force* dan *Froude-Krylov force*. Dengan menggunakan pendekatan maka suku non-linier (*drag force*) dapat dijumlahkan secara langsung dengan suku linier (*inertia force* dan *Froude-Krylov force*).

Dimana $|u|u$ (non-linier) $\approx u_{rms} u$ (linier). Suku $|u|u$ disini dipakai karena

beban gelombang ini adalah besaran vektor yang mempunyai arah. Maka untuk analisa beban gelombang selanjutnya digunakan persamaan Morison (Chakrabarti, 1987) sebagai berikut yang berlaku apabila $D/L < 0,2$:

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho D |u|u \quad (2.39)$$

$$F_i = C_m \rho A \quad (2.40)$$

$$F = F_i + F_d = \frac{1}{2} C_d \rho D |u|u + C_m \rho A \quad (2.41)$$

dimana : C_d = Koefisien drag.

C_m = Koefisien inersia.

ρ = Massa jenis air laut (kg/m^3).

D = Diameter silinder (m).

A = Luasan penampang (m^2).

u = Kecepatan horisontal partikel fluida (m/dt).

= Percepatan horisontal partikel fluida (m/dt^2).

Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggungjawaban

(Q.S. Al-Isra' : 36)

BAB III



METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. PENGUMPULAN DATA

Metode pengumpulan data dalam suatu penelitian dapat terbagi dalam dua bagian. Pertama adalah pengumpulan data langsung dan yang kedua adalah pengumpulan data tidak langsung. Pengumpulan data secara langsung adalah pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti secara langsung di lapangan. Sedangkan pengumpulan data tidak langsung adalah pengumpulan data yang dilakukan peneliti dengan mengambil data yang telah dikumpulkan oleh peneliti pertama.

Pada penulisan Tugas Akhir ini, penulis melakukan analisa dengan menggunakan data sekunder. Data ini diambil dari PT GUNA NUSA berupa data gelombang, data struktur *jacket* kaki empat *platform* SWP, data lokasi, dan data material. Data-data yang mempengaruhi dalam perhitungan analisa *jacket struktur* adalah sebagai berikut :

<i>Density</i>	= 7850 kg/m
<i>Modulus Young</i>	= 210.000 MN/m
<i>Modulus Geser</i>	= 77.000 MN/m
<i>Poisson's ratio</i>	= 0.3
Beban mati	= 3167.05 ton
Beban hidup	= 49.23 ton

Tinggi gelombang = 11.2m

Periode gelombang = 12.5m

Tegangan Yield = 345 Mpa

3.2. PENENTUAN KOORDINAT

Tahap selanjutnya adalah menentukan koordinat struktur untuk masing-masing tata letak *brace*. Tata letak *brace* yang dimodelkan ada 3 macam yaitu:

- ◆ *Bracing 1 (bracing X)*
- ◆ *Bracing 2 (bracing K)*
- ◆ *Bracing 3 (bracing N)*

Model-model struktur dan koordinatnya masing-masing dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut ini.

Tabel 3.1.1 Koordinat struktur JACKET dengan bracing-X

ID	X	Y	Z
1	-13.66	17.544	-61
2	-11.16	14.419	-36
3	-8.868	11.502	-13
4	-6.86	9.044	4.5
5	13.66	17.544	-61
6	11.16	14.419	-36
7	8.868	11.502	-13
8	6.86	9.044	4.5
9	0	15.9	-47.19
10	0	12.94	-23.2
11	0	10.094	-2.975
12	-13.66	-9.356	-61
13	-11.16	-9.356	-36
14	-8.868	-9.356	-13
15	-6.86	-9.356	4.5
16	-12.6	3.38	-47.8
17	-9.95	1.605	-23.8
18	-7.821	0	-3.945
19	13.66	-9.356	-61
20	11.16	-9.356	-36
21	8.868	-9.356	-13
22	6.86	-9.356	4.5
23	0	-9.356	-47.1
24	0	-9.356	-23.12
25	0	-9.356	-2.915
26	12.6	-3.38	-47.8
27	9.95	-1.605	-23.8
28	7.821	0	-3.945

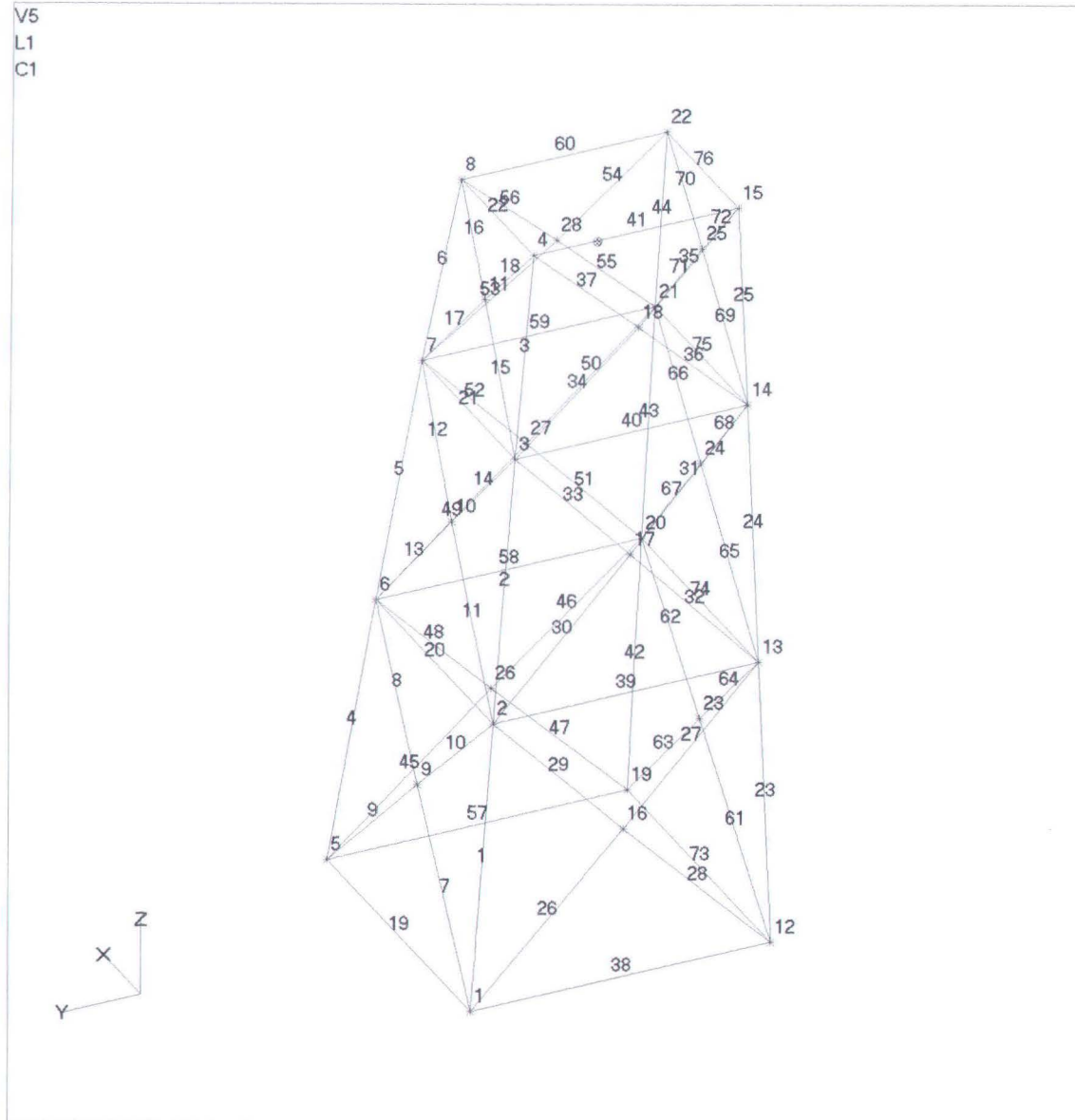
Tabel 3.1.1 Koordinat struktur JACKET dengan bracing-K

ID	X	Y	Z
1	-13.66	17.544	-61
2	-11.16	14.419	-36
3	-8.868	11.502	-13
4	-6.86	9.044	4.5
5	13.66	17.544	-61
6	11.16	14.419	-36
7	8.868	11.502	-13
8	6.86	9.044	4.5
9	13.66	17.544	-61
10	11.16	14.419	-36
11	8.868	11.502	-13
12	-13.66	-9.356	-61
13	-11.16	-9.356	-36
14	-8.868	-9.356	-13
15	-6.86	-9.356	4.5
16	-13.66	0	-61
17	-11.16	0	-36
18	-8.868	0	-13
19	13.66	-9.356	-61
20	11.16	-9.356	-36
21	8.868	-9.356	-13
22	6.86	-9.356	4.5
23	-13.66	17.544	-61
24	-11.16	14.419	-36
25	-8.868	11.502	-13
26	0	17.544	-61
27	0	14.419	-36
28	0	11.502	-13

Tabel 3.1.1 Koordinat struktur JACKET dengan bracing-Z

ID	X	Y	Z
1	-13.66	17.544	-61
2	-11.16	14.419	-36
3	-8.868	11.502	-13
4	-6.86	9.044	4.5
5	-5.86	10.044	-61
6	11.16	14.419	-36
7	8.868	11.502	-13
8	6.86	9.044	4.5
9	13.66	-9.356	-61
10	11.16	-9.356	-36
11	8.868	-9.356	-13
12	6.86	-9.356	4.5
13	-13.66	-9.356	-61
14	-11.16	-9.356	-36
15	-8.868	-9.356	-13
16	-6.86	-9.356	4.5

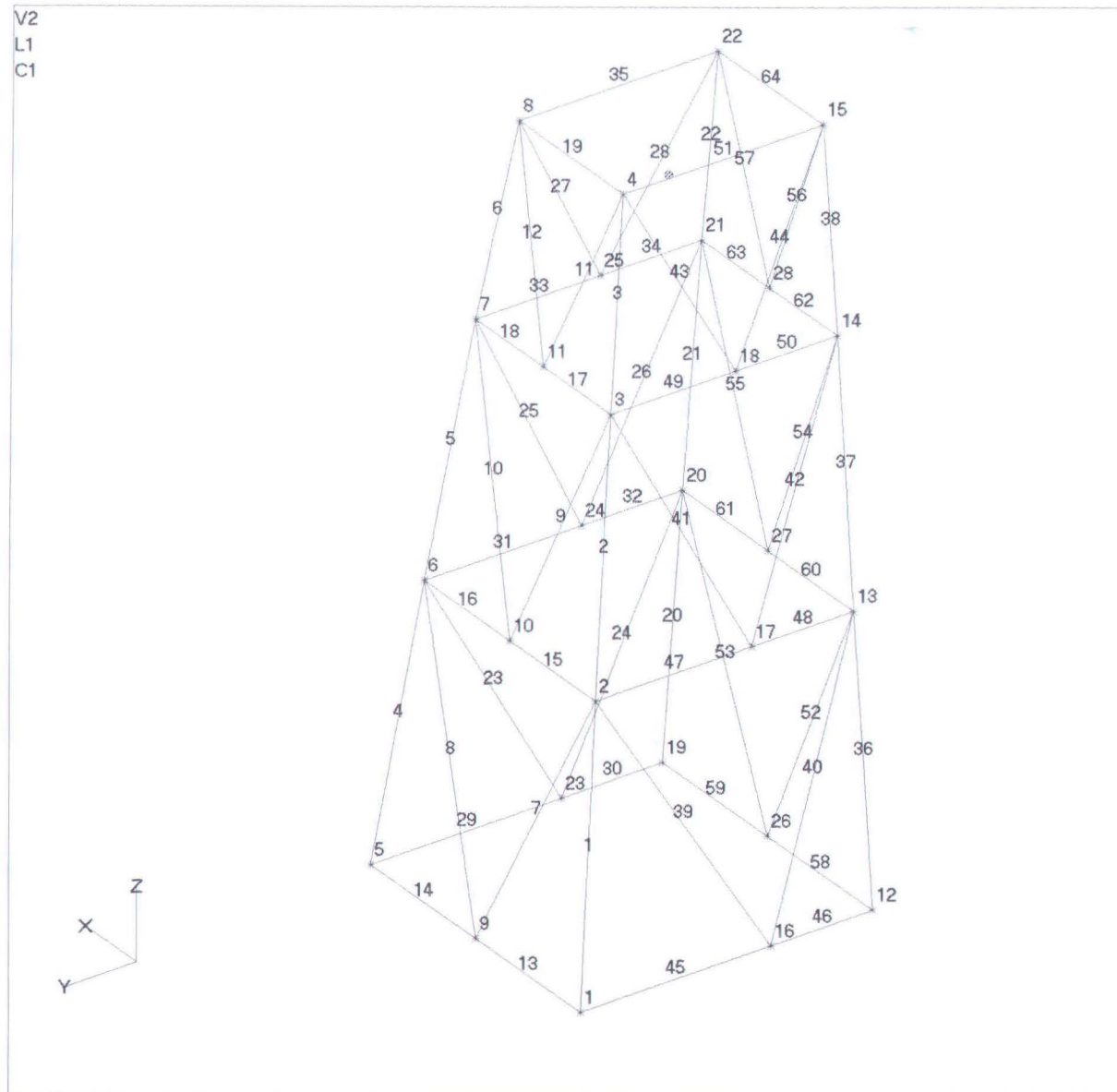
GAMBAR 3.1. JACKET STRUKTUR SPACE FRAME KAKI EMPAT DENGAN TATA LETAK BRACING X



MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

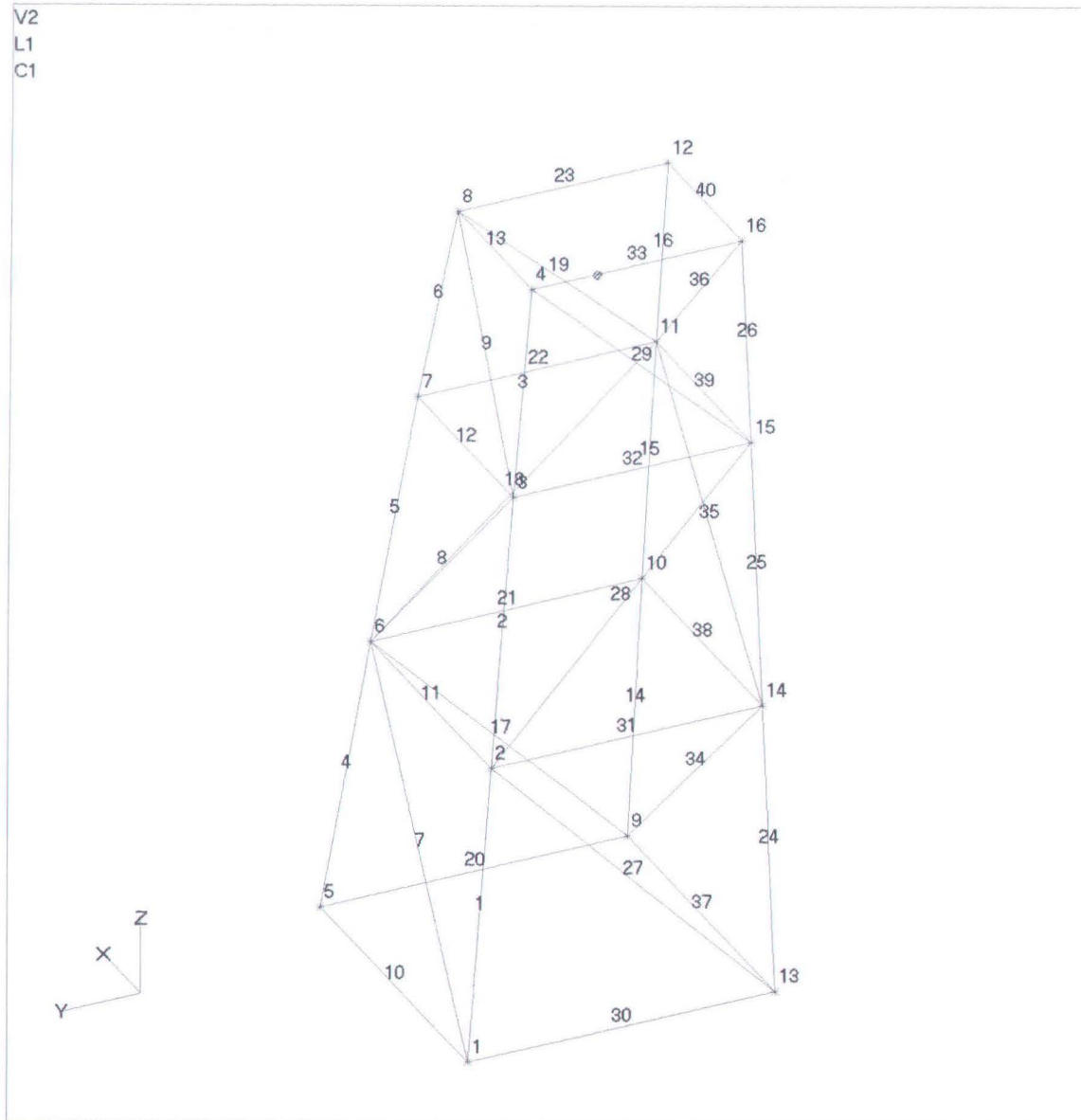


GAMBAR 3.2. JACKET STRUKTUR SPACE FRAME KAKI EMPAT DENGAN TATA LETAK BRACING K



MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

GAMBAR 3.3. JACKET STRUKTUR SPACE FRAME KAKI EMPAT DENGAN TATA LETAK BRACING Z



MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

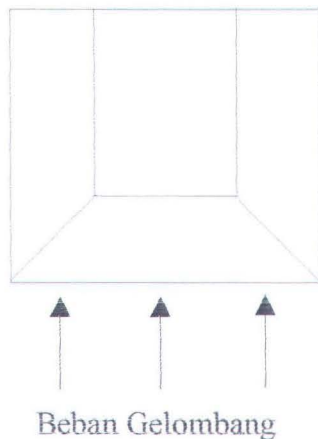
3.3. Perhitungan Beban Gelombang

Data gelombang yang dipakai dalam perhitungan beban gelombang adalah sebagai berikut :

- Kedalaman perairan = 61 m
- Tinggi Gelombang = 11.2 m
- Periode Gelombang = 12.5 detik

Pemodelan beban gelombang yang dialami oleh suatu struktur hanya ditinjau dari satu arah saja yaitu pada arah utara saja karena pada arah tersebut yang paling *maximum* selama periode 100 tahun.

Berdasarkan kondisi lingkungan di atas, dalam perhitungan beban gelombang digunakan teori gelombang linier. Arah gelombang diasumsikan sejajar sumbu Y positif..



Gambar 3.4. Arah datang gelombang

Perhitungan beban gelombang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *fortran* dengan data masukkan sebagai berikut:

- Panjang gelombang	= L	= 227.6800 meter
- Periode gelombang	= T	= 12.5000 detik
- Kedalaman air	= H	= 11.2000 meter
- Jarak antara <i>bracing</i> horisontal	= h	= 25.0000 meter
- Jarak antara <i>bracing</i> horisontal	= h	= 23.0000 meter
- Jarak antara <i>bracing</i> horisontal	= h	= 17.5000 meter
- Lebar puncak	= b1	= 13.7200 meter
- Lebar alas	= b2	= 27.3200 meter
- Koef. Drag (antara 0.6 s.d. 1.0)	= CD	= 0.6400
- Koef. Inersia (antara 1.5 s.d. 2.0)	= CM	= 2.0000
- Diameter nominal <i>chord</i>	= D	= 1.4800 meter
- Diameter nominal <i>brace</i> horisontal	= dh	= 0.6600 meter
- Diameter nominal <i>brace</i> diagonal	= dd	= 0.7620 meter
- Tebal dinding <i>chord</i>	= Tc	= 0.0500 meter
- Tebal dinding <i>brace</i> horisontal	= Tbh	= 0.0200 meter
- Tebal dinding <i>brace</i> diagonal	= Tbd	= 0.0200 meter
- Interval waktu	= It	= 1.0000 detik

Listing program perhitungan panjang gelombang dan perhitungan beban gelombang serta beban gelombang yang bekerja pada tiap-tiap elemen struktur dapat dilihat pada lampiran.

3.4. PERHITUNGAN TEGANGAN.

Setelah mendapat beban gelombang dari program fortran, kemudian memasukan beban gelombang pada elemen struktur yang telah dibuat dengan program nastran untuk mendapatkan *displacement* dan gaya-gaya yang diperlukan dilakukan. Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

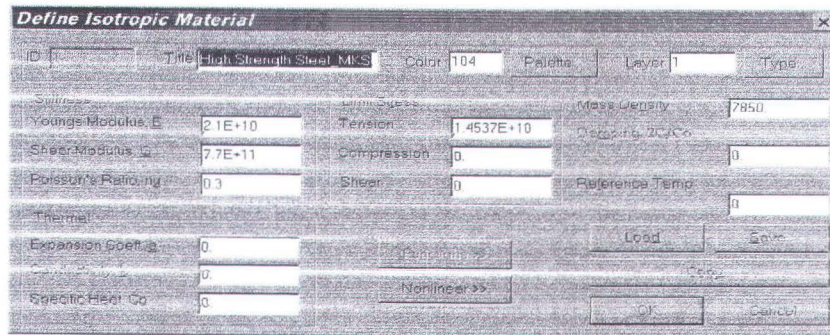
1. Data masukan berupa :

- Material yang digunakan beserta data geometri struktur untuk tiap jenis elemen.
- Memasukkan koordinat simpul struktur dan menomori simpul.
- Membuat elemen struktur dan menomori elemen.
- Memasukkan beban vertikal pada *node* struktur dan beban horizontal sebagai beban terdistribusi.

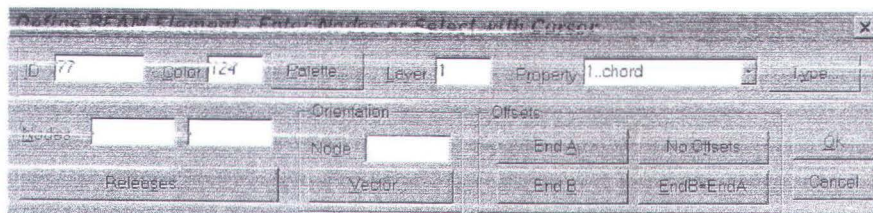
3. Melakukan analisa dengan metode analisa statis.

4. Dari hasil *running* akan didapatkan *output displacement* di tiap simpul, gaya-gaya reaksi pada tumpuan, gaya geser, gaya torsi, dan gaya aksial serta gaya tekuk pada elemen struktur.
5. Gaya yang dihasilkan dari perhitungan NASTRAN ini kemudian digunakan untuk perhitungan tegangan.

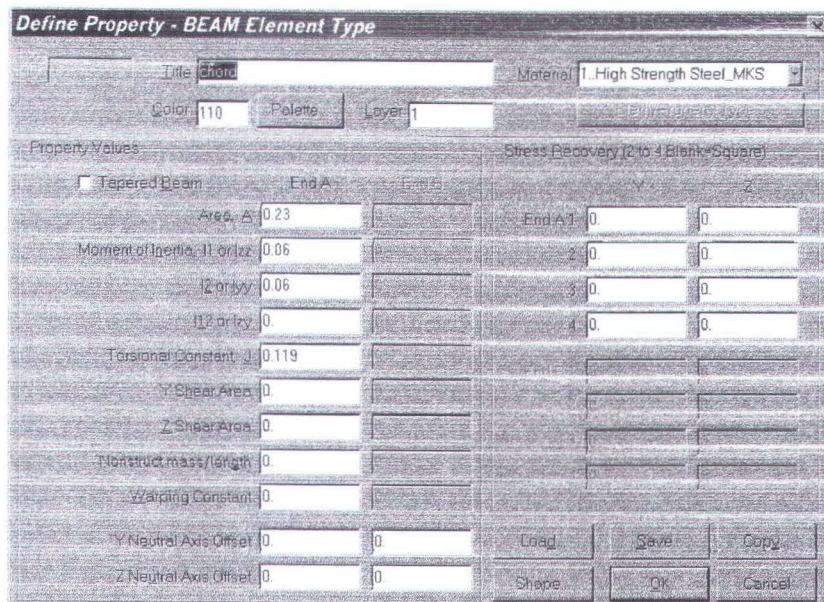
Selanjutnya berikut dapat dilihat contoh *input data* NASTRAN (Mac Neal, 1994)



Gambar 3.5. Tabel dialog untuk mendefinisikan material struktur



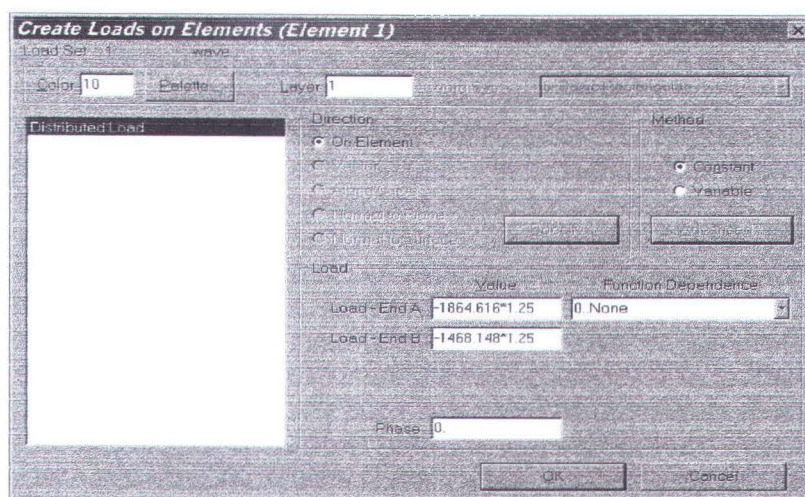
Gambar 3.6. Tabel dialog untuk mendefinisikan elemen batang



Gambar 3.7. Tabel dialog untuk mendefinisikan properti struktur

3.5. PROSES MENUJU KERUNTUHAN

Menghitung proses keruntuhan *jacket* struktur diawali dengan proses penambahan beban gelombang secara meningkat (*increment loading*). Pada penambahan beban gelombang yang dilakukan secara meningkat (gambar 3.8) dari beban gelombang sebelumnya maka nantinya akan didapat respon dari struktur atas beban yang diterimanya. Kemudian tegangan yang sudah didapat dibandingkan dengan tegangan yield dan apabila tegangan tersebut kurang dari tegangan yield maka proses mencari tegangan diulangi dengan cara memberi *incremen* pada gaya gelombang dari gaya gelombang yang sebelumnya. Apabila beban yang terjadi telah melampaui tegangan yield maka akan terjadi kegagalan elemen pada struktur namun struktur belum mengalami keruntuhan. Kemudian beban diberikan kembali untuk mencari kegagalan elemen selanjutnya. Kemudian kegagalan elemen diperiksa. Kemudian beban terus ditingkatkan terus menerus sampai struktur mengalami keruntuhan, dan kemudian dicatat elemen-elemen yang mengalami kegagalan.



Gambar 3.8. Tabel dialog untuk mendefinisikan proses incremen loading

Secara umum tahapan analisa tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data gelombang pada lokasi *platform*. Baik arah datangnya, tinggi gelombang, periode, dan lainnya
2. Pembuatan program analisa gaya gelombang, dengan *software* fortran 90 for windows dengan metode gelombang linier
3. Memasukan running program dalam elemen struktur program NASTRAN untuk mengetahui beban terbesar pada kaki *jacket*.
4. Menentukan gaya- gaya yang bekerja pada struktur *jacket* .

Struktur *jacket* kaki empat space frame-3D ini dikenai dua gaya yaitu gaya akibat beban mati struktur dan beban hidup struktur yang diasumsikan konstan dan akibat gaya gelombang yang *diincremen* (meningkat) secara terus menerus.

Didalam perhitungan gaya gelombang ini mengacu pada teori gelombang linier. (*Airy Wave Theory*). Teori gelombang ini sangat berguna dalam analisis awal proses perancangan. Teori ini didasarkan pada asumsi bahwa tinggi gelombang dianggap sangat kecil dibanding dengan panjang gelombang dan kedalaman perairan.

5. Melakukan perhitungan tegangan

Dalam melakukan perhitungan tegangan pada struktur diawali dengan melakukan perhitungan gaya gelombang yang menimpa struktur. Dalam perhitungan gaya gelombang menggunakan teori gelombang linier seperti diatas. Kemudian setelah gaya gelombang telah dicari, langkah

selanjutnya adalah membuat desain struktur dalam program nastran dengan langkah sebagai berikut :

- ♣ Menentukan koordinat simpul tiap node kemudian memasukkan dalam Nastran untuk membuat point dari koordinat simpul tersebut.
 - ♣ Langkah selanjutnya yaitu menentukan jenis material yang dicari sesuai data pada struktur jacket space frame kaki empat-3D.
 - ♣ Kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan propertis dari struktur *jacket* kaki empat-3D apakah *bracing*, *chord*, maupun *bracing diagonal*.
 - ♣ Langkah selanjutnya adalah menentukan *node* tiap-tiap koordinat simpul pada masing-masing *joint*.
 - ♣ Kemudian membuat elemen yang menghubungkan antara *node* yang satu dengan yang lain dengan acuan sumbu *global axis* yang tegak lurus dengan elemen tersebut.
 - ♣ Kemudian memasukan gaya gelombang yang sudah dicari pada tiap-tiap elemen. Dan akhirnya ditemukan tegangan pada tiap-tiap elemen
6. Menghitung proses keruntuhan dari elemen tersebut dengan proses penambahan beban gelombang secara meningkat (*increment loading*)

Membandingkan antara tegangan dengan tegangan yield

Kemudian tegangan yang sudah didapat dibandingkan dengan tegangan yield yang sudah dicari apabila tegangan tersebut kurang dari tegangan

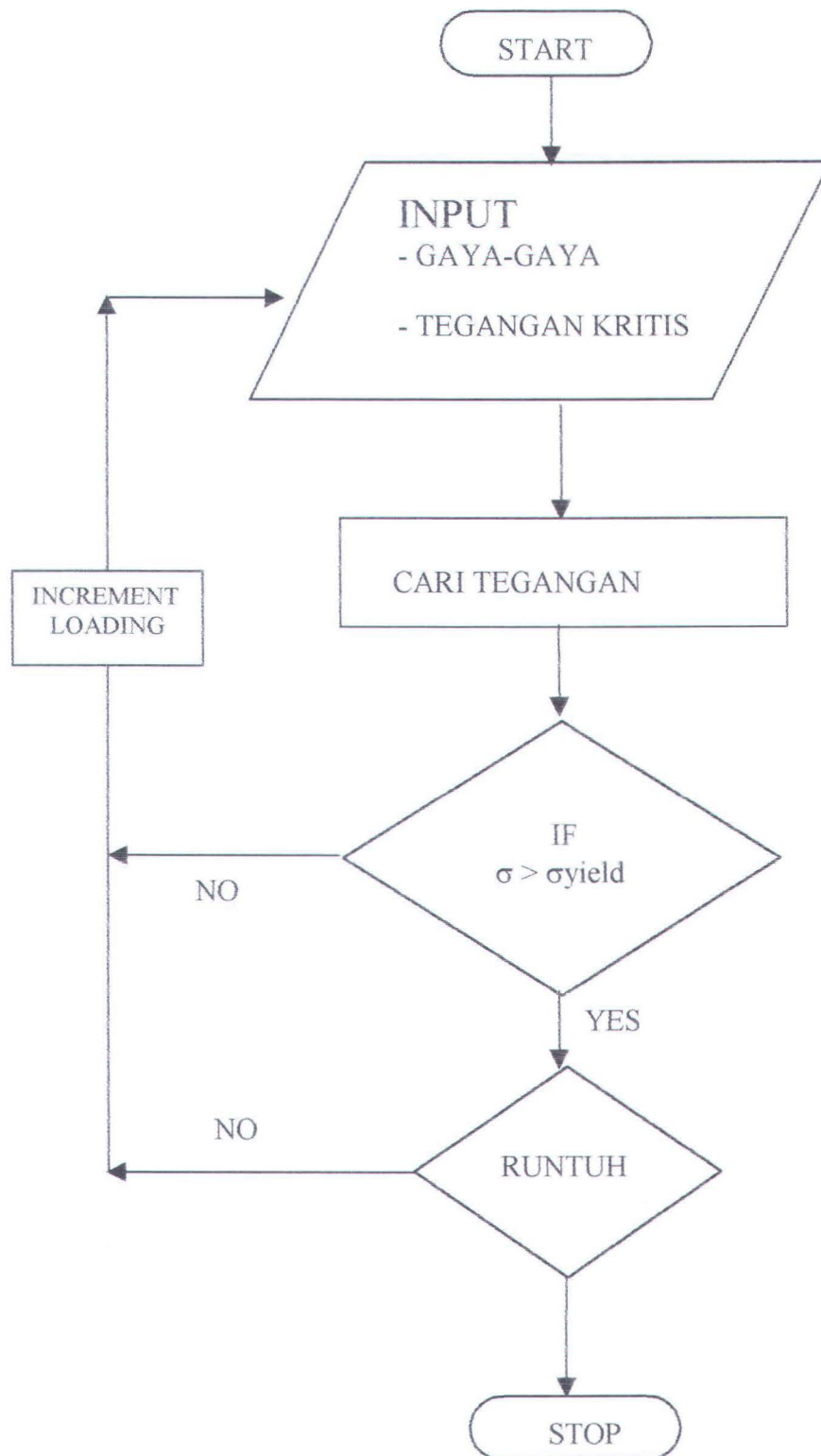
yield maka proses mencari tegangan diulangi dengan cara memberi *inremen* pada gaya gelombang

7. Prosedur pembebanan *incremental*

4. Beban horisontal diperbesar dengan *inremen* sebesar 25%
5. Ulangi langkah 4 dan 5
6. 1. Bila tidak terjadi kegagalan elemen kembali ke langkah “a”.
2. Bila terjadi kegagalan elemen :

8. Memeriksa keruntuhan struktur *jacket*

- Bila struktur tidak runtuh ulangi ulangi langkah a
- Bila struktur runtuh catat elemen-elemen yang telah gagal beserta urutannya



Gambar 3.9. DIAGRAM ALIR METODOLOGI

Mereka menjawab : " Maha Suci Engkau, tidak ada yang kami ketahui selain dari apa yang telah Engkau ajarkan kepada kami; sesungguhnya Engkaulah Yang Maha Mengetahui lagi Maha Bijaksana

(Q.S. Al-Baqarah : 32)

BAB IV



HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. UMUM

Setelah melalui tahap-tahap dalam metodologi penelitian, yang dilakukan selanjutnya adalah pembahasan hasil perhitungan. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan *incremental loading* gaya gelombang didapatkan bahwa pada struktur *jacket* dengan *bracing* X mulai mengalami kegagalan elemen karena tegangan yang diterima pada struktur yaitu pada peningkatan beban gelombang sampai pada beban gelombang 266,17 kN yang dialami pada elemen 28,27,51,32,26,27,33,45,46,47 yang mengakibatkan struktur *jacket* kaki empat menjadi runtuh, sedangkan pada struktur *jacket* bentuk *bracing* K dengan beban gelombang sebesar 166,136 kN yang mengakibatkan struktur runtuh adalah elemen 20,37,39,30,23,40,41,42,47,21 dan 36, sedangkan pada struktur dengan *bracing* Z yang menerima beban gelombang sebesar 155,55 kN mengalami gagal elemen pada elemen 28,18,27,5,6,15,16.

4.2. KRITERIA KEKUATAN DALAM API – RP2A

Tegangan –tegangan ijin untuk silinder (API, 1993).

4.2.1 Tegangan Tarik Aksial (*Axial Tension*)

Tegangan tarik :

$$F = 0,6 F_y$$

$$F = 0,6 \times 345$$

$$= 207 \text{ Mpa}$$

4.2.2 Tegangan Tekan Aksial (*Axial Compression*)

Tegangan tekan:

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(kL/r)^2}{2.Cc^2} \right]}{\frac{5}{3} + \frac{3(kL/r)}{8.Cc} - \frac{(kL/r)^3}{8.Cc^3}} \cdot F_y \quad \text{untuk } KL/r < Cc$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(0,8.17.723/0.518)^2}{2.109.6^2} \right]}{\frac{5}{3} + \frac{3(0,8.17.723/0.518)}{8.109.6} - \frac{(0,8.17.723/0.518)^3}{8.109.6^3}}$$

$$F_a = 186.6331 \text{ Mpa}$$

$$F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23(kL/r)^2} \quad \text{untuk } KL/r \geq Cc$$

$$F_a = \frac{12 \times 3,14^2 \times 2.10^5}{23(0,8.17.723/0.518)^2}$$

$$F_a = 923 \text{ MPa}$$

$$\text{dimana } Cc = \left[\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{F_y} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Cc = \left[\frac{2 \times 3,14^2 \times 2.1.10^5}{345} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$Cc = 109.6$$

$$\text{dan } kL/r = 0,8 \times 17.723 / 0.518$$

$$= 27.371$$

$$E = 2.1.10^5 \text{ Mpa}$$

Modulus Young

L	$= 17.723 \text{ m}$	panjang chord
k	$= 0,8$	faktor panjang efektif
r	$= 0.518$	jari-jari girasi

Karena harga $kL/r < C_c$ sehingga besar tegangan aksial tekan yang diijinkan adalah 186.633 Mpa. Untuk bentuk-bentuk struktur *jacket struktur kaki empat* yang lain dapat dilihat lampiran.



4.2.3 Tegangan Tekuk (*Bending Stress*)

Tegangan tekuk :

$$F_b = 0,75 F_y \quad \text{untuk} \quad \frac{D}{t} \leq \frac{10340}{F_y} \text{ dalam SI}$$

$$F_b = 258.75 \text{ Mpa} \quad \text{untuk} \quad \frac{D}{t} \leq 35,66 \text{ dalam SI}$$

$$F_b = \left[0,84 - 1,74 \frac{F_y D}{E t} \right] \cdot F_y \quad \text{untuk} \quad \frac{10340}{F_y} < \frac{D}{t} \leq \frac{20680}{F_y} \text{ dalam SI}$$

$$F_b = 260.214 \quad \text{untuk} \quad 35,66 < \frac{D}{t} \leq 71,31 \text{ dalam SI}$$

$$F_b = \left[0,72 - 0,58 \frac{F_y D}{E t} \right] \cdot F_y \quad \text{untuk} \quad \frac{20680}{F_y} < \frac{D}{t} \leq 300 \text{ dalam SI}$$

$$F_b = 238.537 \text{ MPa} \quad \text{untuk} \quad 71,31 < \frac{D}{t} \leq 300$$

dalam SI

Harga $D/t = 30$ untuk struktur X, K dan Z maka harga F_b yang digunakan adalah 258.75 MPa

4.2.4 Tegangan geser (*Shear Stress*)

Tegangan geser maksimum yang diijinkan adalah :

$$F_v = 2 \cdot V/A$$

$$V = \text{gaya geser memanjang} \quad (\text{MN})$$

$$A = \text{luas} \quad (\text{m}^2)$$

Tegangan geser ijin :

$$F_v = 0,4 \times F_y$$

$$F_v = 138 \text{ MPa}$$

Tegangan geser torsional maksimum :

$$F_{vt} = \frac{M_t \left(\frac{D}{2} \right)}{I_p}$$

$$F_{vt} = \text{tegangan geser torsi maksimum (MPa)}$$

$$M_t = \text{momen torsi}$$

$$I_p = \text{momen polar inersia (m}^4\text{)}$$

Tegangan geser torsional ijin :

$$F_{vt} = 0,4 \times F_y$$

$$= 138 \text{ Mpa}$$

4.2.5 Tegangan Majemuk Tekan dan Tekuk

$$\frac{f_a}{0,6 \cdot F_y} + \frac{\sqrt{f_x b^2 + f_y b^2}}{F_b} \leq 1,0$$

$$\text{apabila } \frac{f_a}{F_a} \leq 0,15, \text{ maka digunakan}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{\sqrt{f_{xb}^2 + f_{yb}^2}}{F_b} \leq 1.0$$

$$\frac{186.633}{207} + \frac{\sqrt{0.481^2 + 0.107^2}}{258.75} = 0.856 > 0.15$$

Rumusan ini akan digunakan mengetahui rasio interaksi struktur yang dirancang. Hasil secara keseluruhan dari rasio interaksi dapat dilihat dalam lampiran. Secara keseluruhan dapat dilihat tegangan ijin yang direkomendasikan API RP-2A seperti pada tabel dibawah.

Tabel 4.1. Tegangan ijin yang direkomendasikan API RP - 2A

Item	Tegangan ijin API RP-2A (Mpa)
Tegangan aksial tarik	207
Tegangan aksial tekan	186,6331
Tegangan akibat bending	238,75
Tegangan geser	138
Rasio interaksi	≤ 1.0

4.3 RESPON STRUKTUR

Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak MSC-NASTRAN 4.0. kemudian dianalisa dan hasilnya kemudian diperiksa dengan tegangan *yield* yang telah ada dalam data struktur. Untuk membandingkan respon struktur *jacket* kaki empat yang satu dengan yang lain maka hubungan antara respon struktur dengan indeks environment diplot dalam bentuk grafik. Indeks

environment didefinisikan sebagai beban gelombang dibagi dengan kuadrat kedalamannya.

Tabel 4.2. Indeks environment

Beban Gelombang (MN)	Indeks Environment
0.006696	1.79952E-06
0.008370	2.2494E-06
0.010463	2.81174E-06
0.013078	3.51468E-06
0.016348	4.39335E-06
0.020435	5.49169E-06
0.025543	6.86461E-06
0.031929	8.58076E-06
0.039911	1.0726E-05
0.049889	1.34074E-05
0.062361	1.67593E-05
0.077952	2.09491E-05
0.097440	2.61864E-05
0.121800	3.2733E-05
0.152249	4.09163E-05
0.159862	4.29621E-05
0.167855	4.51102E-05
0.176248	4.73657E-05
0.185060	4.9734E-05
0.194313	5.22207E-05
0.204029	5.48317E-05
0.214230	5.75733E-05
0.224942	6.0452E-05
0.236189	6.34746E-05
0.247998	6.66483E-05
0.260398	6.99807E-05
0.263002	7.06805E-05
0.264317	7.10339E-05
0.265639	7.13891E-05
0.265772	7.14248E-05
0.265904	7.14605E-05
0.266037	7.14962E-05
0.266170	7.1532E-05

Tabel 4.3. Respon Struktur Jacket Kaki Empat dengan bracing X

Beban gel (MN)	Bending (MN.m)		teg.Bending (Mpa)	Geser (MN)		teg.Geser (Mpa)	Gaya Axial (MN)		Teg. Axial (Mpa)	Torsi (MN.m)		Teg.Torsi (Mpa)	Teg. Majemuk (Mpa)		Rasio Interaksi
0.006696	0.481	23	5.9323	0.048	25	0.427	9.912	23	44.053	0.326	61	18.163	43.096	23	0.857
0.008370	0.53	23	6.5367	0.06	25	0.533	10.109	23	44.929	0.354	61	19.723	43.953	23	0.857
0.010463	0.59	23	7.2767	0.076	25	0.676	10.355	23	46.022	0.389	61	21.673	43.953	23	0.857
0.013078	0.666	23	8.2140	0.095	25	0.844	10.663	23	47.391	0.440	61	24.514	46.364	23	0.858
0.016348	1.027	23	12.6663	0.149	25	1.324	11.530	23	51.244	0.747	61	41.619	50.132	23	0.859
0.020435	1.212	23	14.9480	0.187	25	1.662	12.132	23	53.920	0.960	61	53.486	52.749	23	0.860
0.025543	1.444	23	17.8093	0.234	25	2.080	12.884	23	57.262	1.226	61	68.306	56.020	23	0.861
0.031929	1.733	23	21.3737	0.293	25	2.604	13.825	23	61.444	1.326	61	73.877	60.108	23	0.862
0.039911	1.733	23	21.3737	0.367	25	3.262	15.000	23	66.667	1.975	43	12.282	67.266	28	0.862
0.049889	2.095	23	25.8383	0.459	25	4.080	16.469	23	73.196	2.494	43	15.509	79.921	28	0.863
0.062361	2.546	23	31.4007	0.574	25	5.102	18.306	23	81.360	3.144	43	19.551	94.943	28	0.865
0.077952	3.111	23	38.3690	0.718	25	6.382	20.602	23	91.564	3.956	43	24.600	112.476	28	0.867
0.097440	3.817	23	47.0763	0.897	25	7.973	23.471	23	104.316	5.170	43	32.150	135.637	28	0.870
0.121800	4.699	23	57.9543	1.122	25	9.973	27.059	23	120.262	6.240	43	38.803	164.588	28	0.873
0.152249	5.802	23	71.5580	1.404	25	12.480	31.540	23	140.178	7.827	43	48.672	200.777	28	0.877
0.159862	6.078	23	74.9620	1.473	25	13.093	32.663	23	145.169	8.223	43	51.135	212.377	23	0.879
0.167855	6.367	23	78.5263	1.547	25	13.751	33.841	23	150.404	8.640	43	53.728	219.324	28	0.880
0.176248	6.671	23	82.2757	1.625	25	14.444	35.076	23	155.893	9.077	43	56.445	229.298	28	0.881
0.185060	6.991	23	86.2223	1.706	25	15.164	36.375	23	161.667	9.536	43	59.299	242.720	28	0.882
0.194313	7.522	23	92.7713	1.869	25	16.613	38.218	23	169.858	10.143	43	63.074	255.000	28	0.884
0.204029	7.884	23	97.2360	1.962	25	17.440	39.673	23	176.324	10.655	43	66.258	270.024	28	0.886
0.214230	8.264	23	101.9227	2.06	25	18.311	41.200	23	183.111	11.193	43	69.604	282.534	28	0.887
0.224942	8.662	23	106.8313	2.163	25	19.227	42.805	23	190.244	11.758	43	73.117	295.669	28	0.889
0.236189	9.081	23	111.9990	2.272	25	20.196	44.489	23	197.729	12.351	43	76.805	309.461	28	0.890
0.247998	9.521	23	117.4257	2.385	25	21.200	46.257	23	205.587	12.974	43	80.679	319.983	28	0.892
0.260398	9.98	23	123.0867	2.505	25	22.267	48.114	23	213.840	13.628	43	84.746	339.148	28	0.894
0.263002	10.08	23	124.3200	2.53	25	22.489	48.504	23	215.573	13.765	43	85.597	342.341	28	0.894
0.264317	10.129	23	124.9243	2.542	25	22.596	48.700	23	216.444	13.500	43	83.950	343.954	28	0.894
0.265639	10.178	23	125.5287	2.555	25	22.711	48.898	23	217.324	13.905	43	86.468	345.574	28	0.895
0.265772	19.982	1	246.4447	2.51	25	22.311	60.187	23	267.498	15.611	42	97.077	373.713	32	0.933
0.265904	19.99	1	246.5433	2.511	25	22.320	60.212	23	267.609	15.618	42	97.120	629.834	26	0.933
0.266037	160.552	1	1980.1413	11.683	25	103.849	46.804	23	208.018	52.233	43	324.810	841.020	28	1.475
0.266170	429.934	42	5302.5193	26.131	42	232.276	65.981	74	293.249	221.376	66	1376.624	1649.524	74	2.517

Tabel 4.4. Respon Struktur Jacket Kaki Empat dengan bracing K

Beban gel (MN)	Bending (MN.m)		teg.Bending (Mpa)	Geser (MN)		teg.Geser (Mpa)	Gaya Axial (MN)		Teg. Axial (Mpa)	Torsi (MN.m)		Teg.Torsi (Mpa)	Teg. Majemuk (Mpa)		Rasio Interaksi
0.006696	0.951	20	13.145	0.068	22	0.007	11.564	20	59.608	0.491	52	26.001	50.282	20	0.8596
0.008370	1.062	20	14.681	0.084	22	0.009	11.896	20	61.320	0.541	52	28.685	51.608	20	0.8602
0.010463	1.201	20	16.603	0.104	22	0.011	12.025	20	61.985	0.605	52	32.041	53.265	20	0.8609
0.013078	1.374	20	19.004	0.130	22	0.013	12.727	20	65.603	0.684	52	36.235	55.334	20	0.8617
0.016348	1.592	20	22.006	0.161	22	0.016	13.323	20	68.675	0.794	37	5.543	57.926	20	0.8628
0.020435	1.863	20	25.758	0.201	22	0.021	14.067	20	72.510	1.015	37	7.085	61.163	20	0.8641
0.025543	2.202	20	30.448	0.251	22	0.026	14.998	20	77.309	1.291	37	9.012	65.209	23	0.8657
0.031929	2.626	20	36.311	0.312	22	0.032	16.161	20	83.304	1.636	37	11.421	70.266	23	0.8678
0.039911	3.156	20	43.640	0.390	22	0.040	17.615	20	90.799	2.067	37	14.432	82.799	23	0.8704
0.049889	3.819	20	52.801	0.487	22	0.050	19.343	20	99.708	2.607	37	18.196	100.187	23	0.8736
0.062361	4.647	20	64.251	0.607	22	0.062	21.704	20	111.876	3.281	37	22.900	120.956	23	0.8776
0.077952	5.682	20	78.565	0.759	22	0.077	24.544	20	126.515	4.123	37	28.781	147.453	23	0.8827
0.097440	6.976	20	96.457	0.947	22	0.097	28.094	20	144.814	5.176	37	36.133	181.414	23	0.8890
0.121800	8.594	20	118.822	1.184	22	0.121	32.532	20	167.691	6.493	37	45.321	221.978	23	0.8969
0.152249	11.121	20	153.768	1.552	22	0.158	39.465	20	203.428	8.549	37	59.679	288.046	23	0.9092
0.153011	11.652	20	161.106	1.630	22	0.166	40.921	20	210.933	8.981	37	62.694	301.700	23	0.9112
0.153776	12.209	20	168.812	1.711	22	0.175	42.450	20	218.814	9.435	37	65.860	314.520	23	0.9125
0.154545	12.794	20	176.903	1.797	22	0.183	44.055	20	227.088	9.911	37	69.185	329.498	23	0.9149
0.154622	12.800	20	176.985	1.797	22	0.183	44.072	20	227.175	9.915	37	69.212	331.248	23	0.9150
0.154699	12.806	20	177.068	1.798	22	0.183	44.089	20	227.263	9.920	37	69.247	331.407	23	0.9158
0.154777	12.812	20	177.151	1.799	22	0.183	44.106	20	227.351	9.925	37	69.282	331.564	23	0.9164
0.155550	12.824	20	177.316	1.801	22	0.184	44.140	20	227.526	9.936	37	69.359	331.881	23	0.9169
0.156328	12.837	20	177.496	1.802	22	0.184	44.174	20	227.701	9.946	37	69.429	332.198	23	0.9172
0.157110	12.849	20	177.662	1.804	22	0.184	44.207	20	227.871	9.956	37	69.499	332.515	23	0.9175
0.157895	12.861	20	177.828	1.806	22	0.184	44.241	20	228.046	9.966	37	69.568	332.833	23	0.9177
0.158685	12.874	20	178.008	1.808	22	0.184	44.275	20	228.222	9.976	37	69.638	333.149	23	0.9177
0.159478	12.886	20	178.174	1.810	22	0.185	44.309	20	228.397	9.986	37	69.708	333.467	23	0.9178
0.160276	12.898	20	178.340	1.812	22	0.185	44.343	20	228.572	9.996	37	69.778	333.786	23	0.9178
0.161077	12.911	20	178.519	1.813	22	0.185	44.377	20	228.747	10.000	37	69.806	334.104	23	0.9179
0.161882	12.973	20	179.377	1.822	22	0.186	44.547	20	229.624	10.050	37	70.155	335.700	23	0.9182
0.162692	13.035	20	180.234	1.831	22	0.187	44.718	20	230.505	10.100	37	70.504	337.304	23	0.9185
0.163505	13.098	20	181.105	1.841	22	0.188	44.890	20	231.392	10.158	37	70.909	338.916	23	0.9188
0.164323	13.161	20	181.976	1.850	22	0.189	45.063	20	232.284	10.209	37	71.265	340.536	23	0.9191
0.165144	13.224	20	182.847	1.859	22	0.190	45.236	20	233.175	10.260	37	71.621	342.164	23	0.9194
0.165970	13.288	20	183.732	1.868	22	0.191	45.411	20	234.077	10.313	37	71.991	343.800	23	0.9197
0.166053	13.349	20	184.576	1.878	22	0.192	45.577	20	234.933	10.361	37	72.326	345.371	23	0.9200
0.166136	71.418	20	987.491	5.371	20	0.548	56.520	36	291.340	50.672	37	353.720	478.254	39	1.2363
0.166219	398.733	4	5513.251	20.301	31	2.071	21.880	25	112.784	358.478	1	2502.385	478.739	31	2.4021

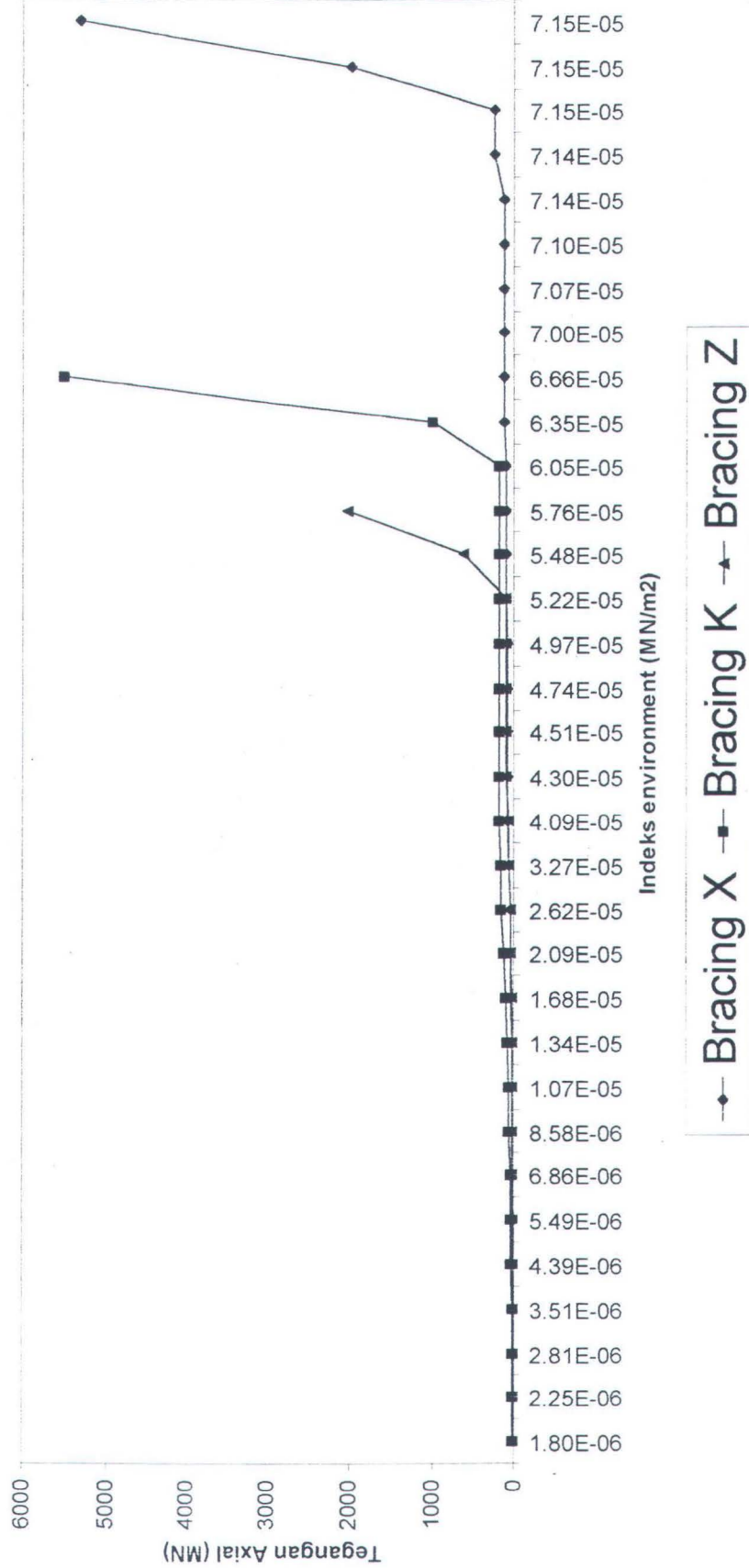
Tabel 4.5. Respon Struktur Jacket Kaki Empat dengan bracing Z

Beban gel (MN)	Bending (MN.m)		teg.Bending (Mpa)	Geser (MN)		teg.Geser (Mpa)	Gaya Axial (MN)		Teg. Axial (Mpa)	Torsi (MN.m)		Teg.Torsi (Mpa)	Teg. Majemuk (Mpa)		Rasio Interaksi
0.006696	0.685	16	8.450	0.068	26	0.607	10.143	15	45.080	0.490	34	25.923	44.100	15	0.8584
0.008370	0.688	16	8.490	0.078	26	0.697	10.261	15	45.604	0.528	34	27.895	44.616	15	0.8585
0.010463	0.692	16	8.539	0.091	26	0.810	10.410	15	46.267	0.574	34	30.361	45.262	15	0.8585
0.013078	0.697	16	8.602	0.107	26	0.951	10.595	15	47.089	0.633	34	33.443	46.069	15	0.8586
0.016348	0.704	16	8.680	0.127	26	1.127	10.828	15	48.124	0.706	34	37.296	47.078	15	0.8587
0.020435	0.712	16	8.777	0.151	26	1.347	11.118	15	49.413	0.797	34	42.112	48.339	15	0.8587
0.025543	0.858	24	10.584	0.182	26	1.622	11.480	15	51.022	0.965	14	6.002	55.720	18	0.8592
0.031929	1.093	24	13.485	0.221	26	1.965	11.933	15	53.036	1.203	14	7.483	65.914	18	0.8600
0.039911	1.387	24	17.111	0.269	26	2.395	12.500	15	55.556	1.501	14	9.335	77.087	18	0.8610
0.049889	1.755	24	21.644	0.330	26	2.932	13.208	15	58.702	1.873	14	11.649	91.053	18	0.8624
0.062361	2.214	24	27.309	0.398	26	3.537	14.093	15	62.636	2.339	14	14.542	108.510	18	0.8642
0.077952	2.789	24	34.392	0.504	26	4.483	15.199	15	67.551	2.920	14	18.158	126.503	18	0.8667
0.097440	3.506	24	43.245	0.637	26	5.665	16.593	15	73.747	3.647	14	22.679	157.609	18	0.8694
0.121800	4.404	24	54.311	0.804	26	7.143	18.341	15	81.516	4.556	14	28.329	189.930	18	0.8727
0.152249	5.525	24	68.143	1.011	26	8.990	20.525	15	91.222	5.691	14	35.392	226.848	18	0.8770
0.153011	7.277	24	89.750	1.336	26	11.876	23.937	24	106.387	7.466	14	46.427	298.813	27	0.8837
0.153776	7.645	24	94.288	1.404	26	12.480	24.654	24	109.573	7.838	14	48.741	312.756	27	0.8851
0.154545	8.032	24	99.061	1.476	26	13.120	25.406	24	112.916	8.230	14	51.178	327.395	27	0.8867
0.155317	8.437	24	104.056	1.551	26	13.787	26.196	24	116.427	8.641	14	53.734	342.767	27	0.8883
0.155395	8.446	24	104.167	1.552	26	13.796	26.213	24	116.502	8.645	14	53.759	345.330	18	0.8883
0.155473	50.472	5	622.488	4.877	15	43.351	32.430	1	144.133	17.528	7	108.998	453.307	28	1.0501
0.155550	163.811	24	2020.336	9.932	24	88.284	39.524	24	175.662	102.036	34	634.510	613.848	29	1.4880

Rekomendasi API RP-2A 1993:

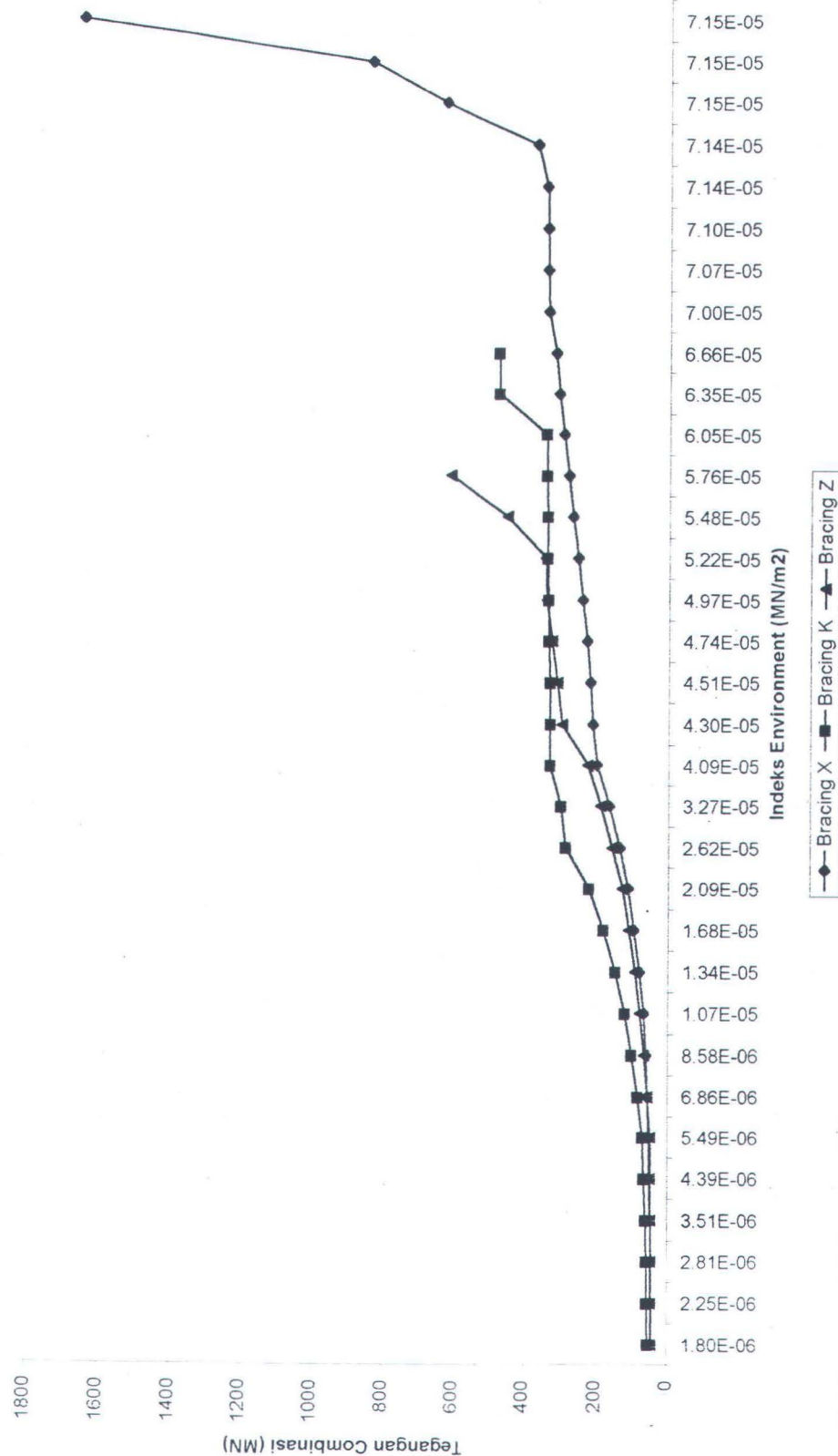
Tegangan axial tarik = 207 Mpa
 Tegangan axial tekan = 186.633 Mpa
 Tegangan geser = 138 Mpa
 Tegangan bending = 258.75 Mpa
 Tegangan torsi = 138 Mpa

Grafik Hubungan Tegangan Bending-Indeks Environment

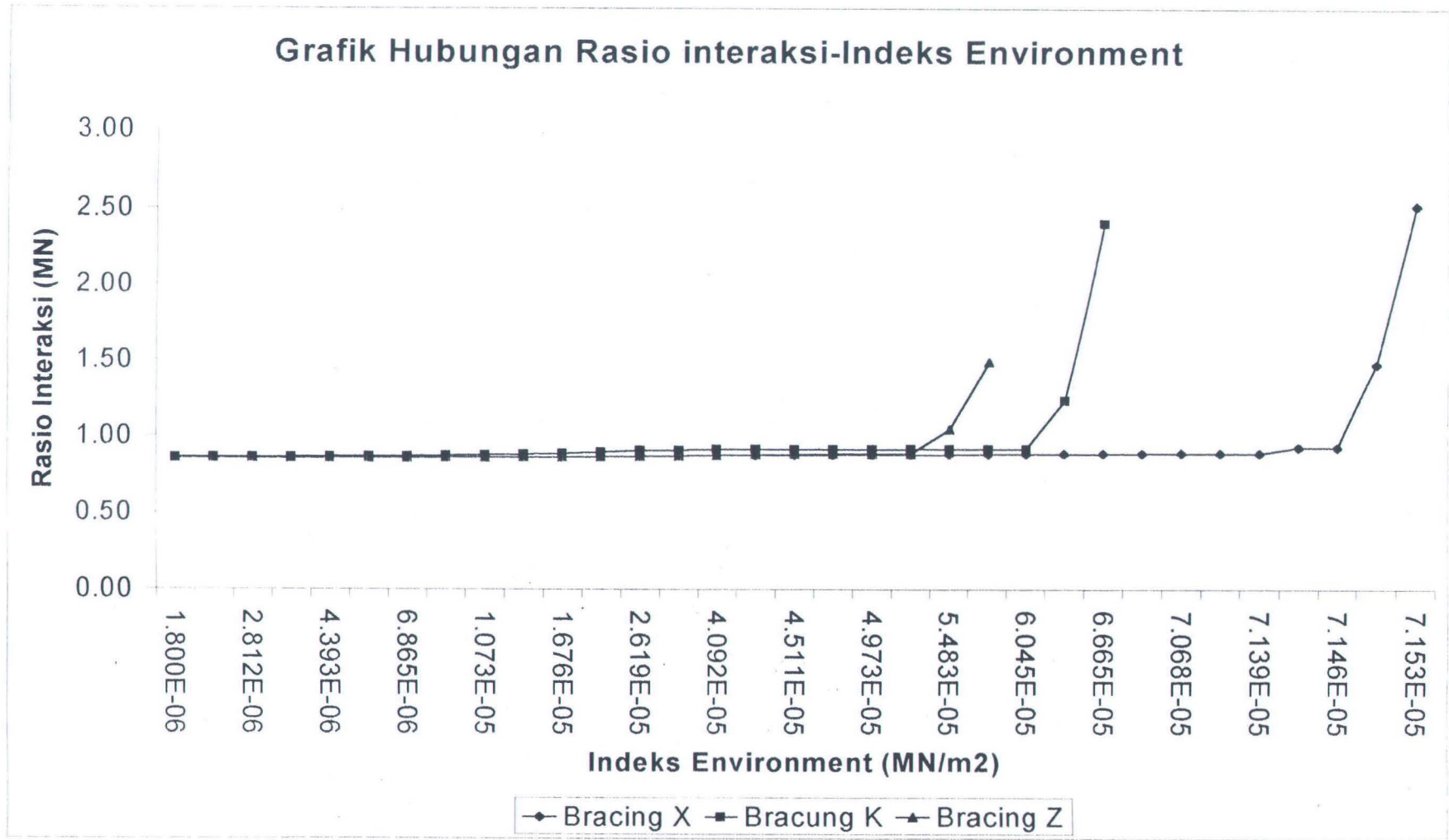


Gambar 4.1. Grafik hubungan tegangan bending terhadap indeks environment

Grafik Hubungan Tegangan Kombinasi-Indeks Environment

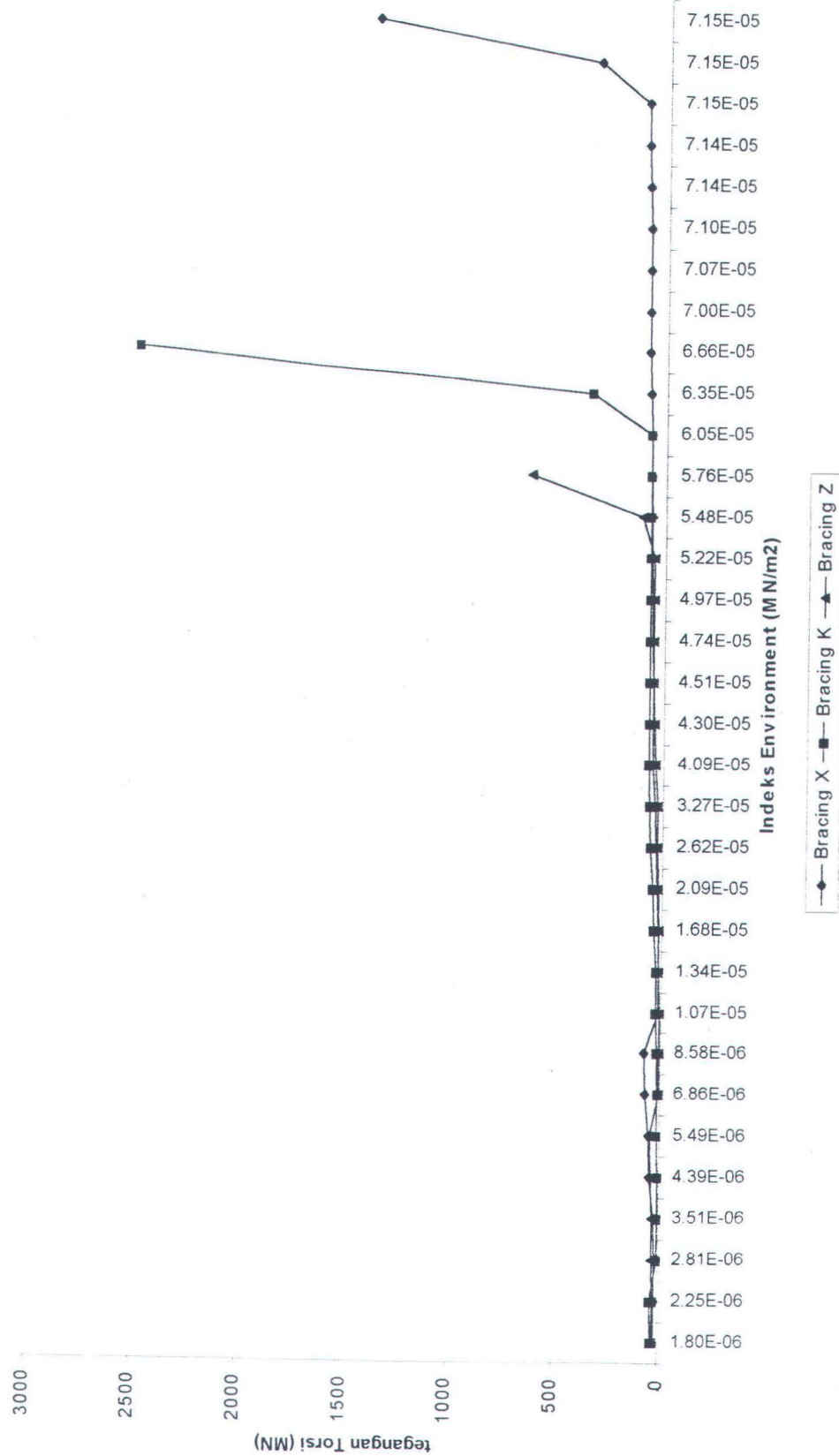


Gambar 4.2. Grafik hubungan tegangan kombinasi terhadap indeks environment



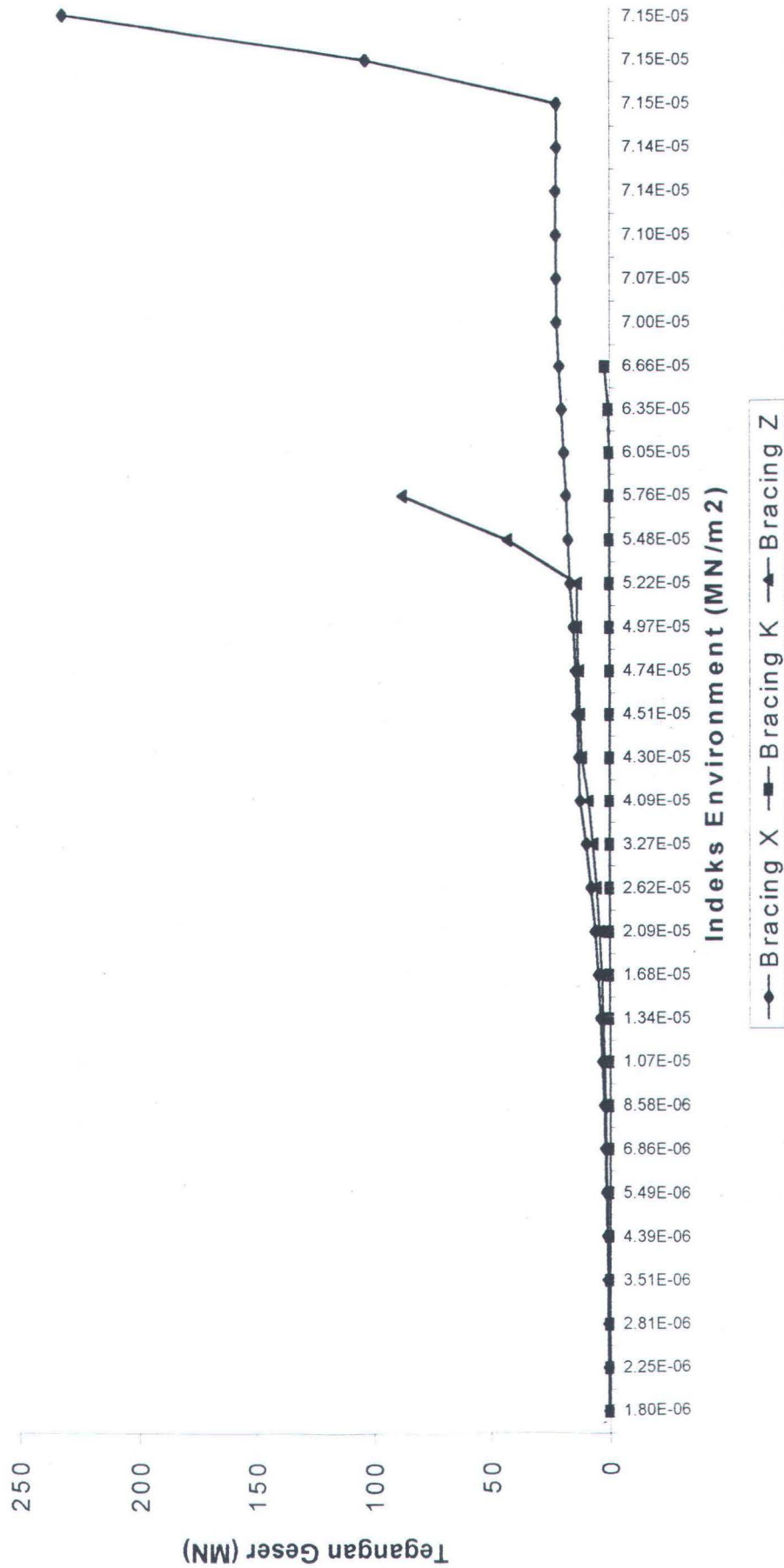
Gambar 4.3. Grafik hubungan rasio interaksi terhadap indek environment

Grafik Hubungan tegangan Torsi-Indeks Environment



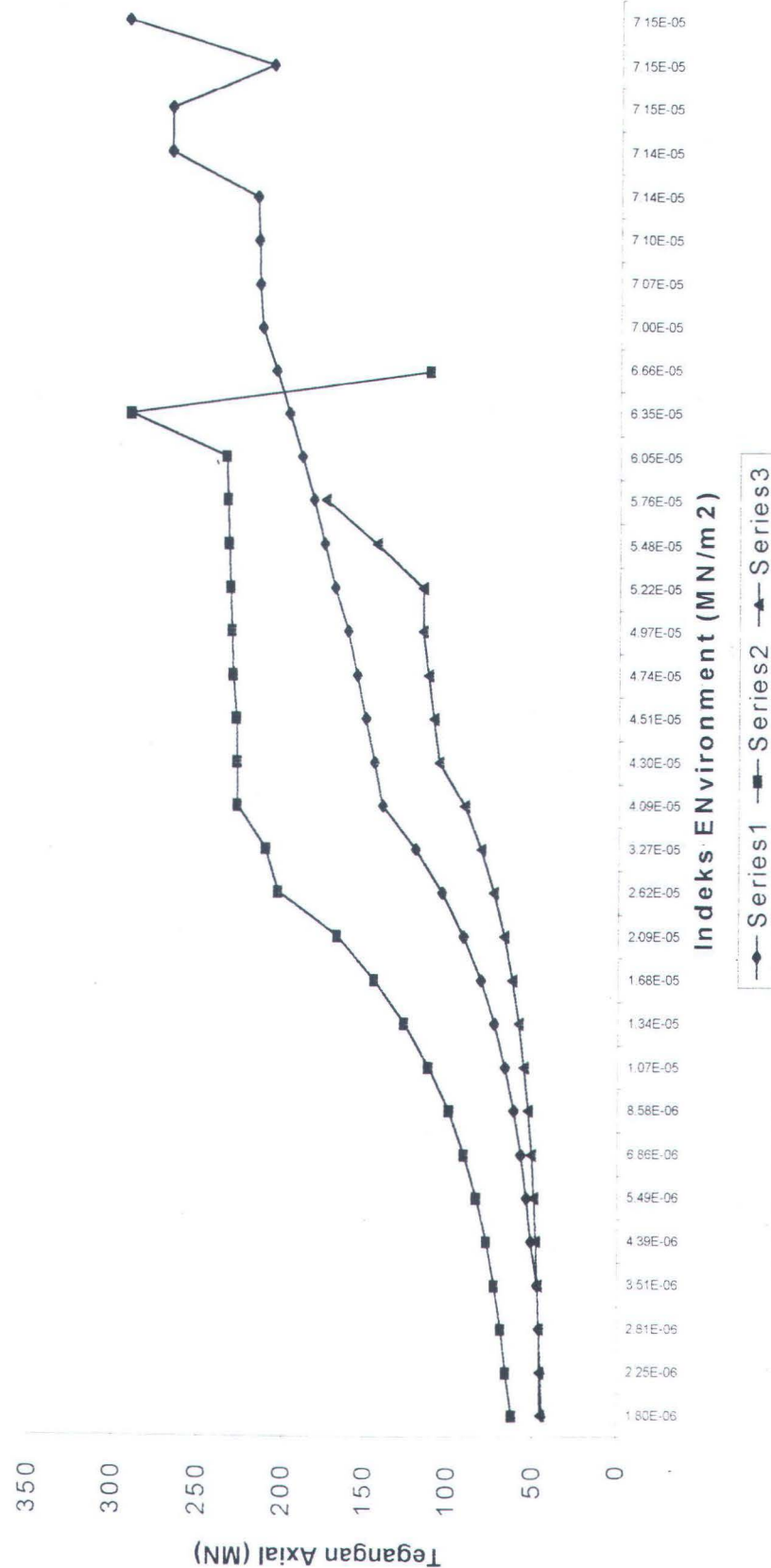
Gambar 4.4. Grafik hubungan tegangan torsi terhadap index environment

Grafik Hubungan Tegangan Geser-Indeks Environment



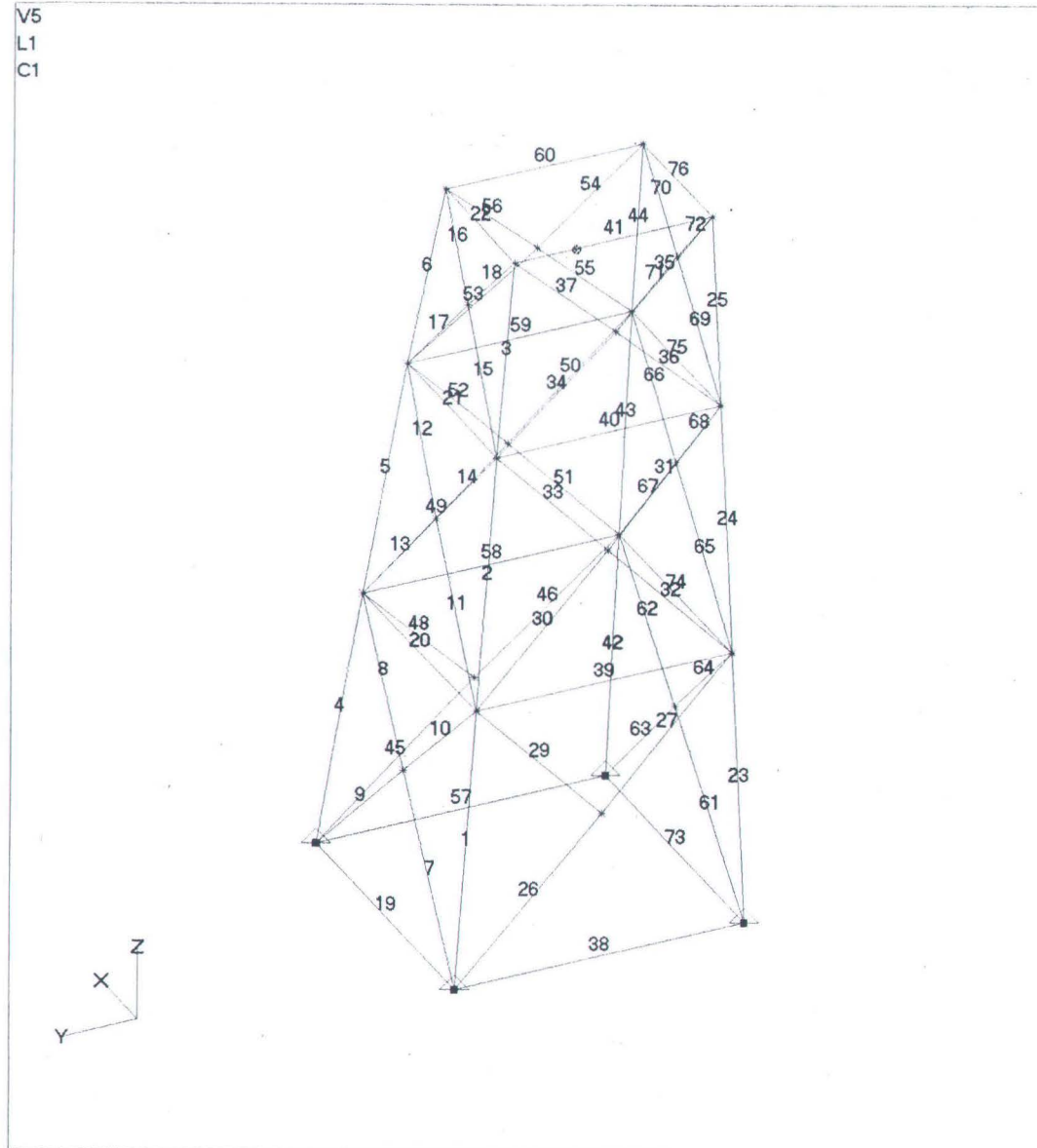
Gambar 4.5. Grafik hubungan tegangan geser terhadap index environment

Grafik Hubungan Tegangan Axial-Indeks Environment

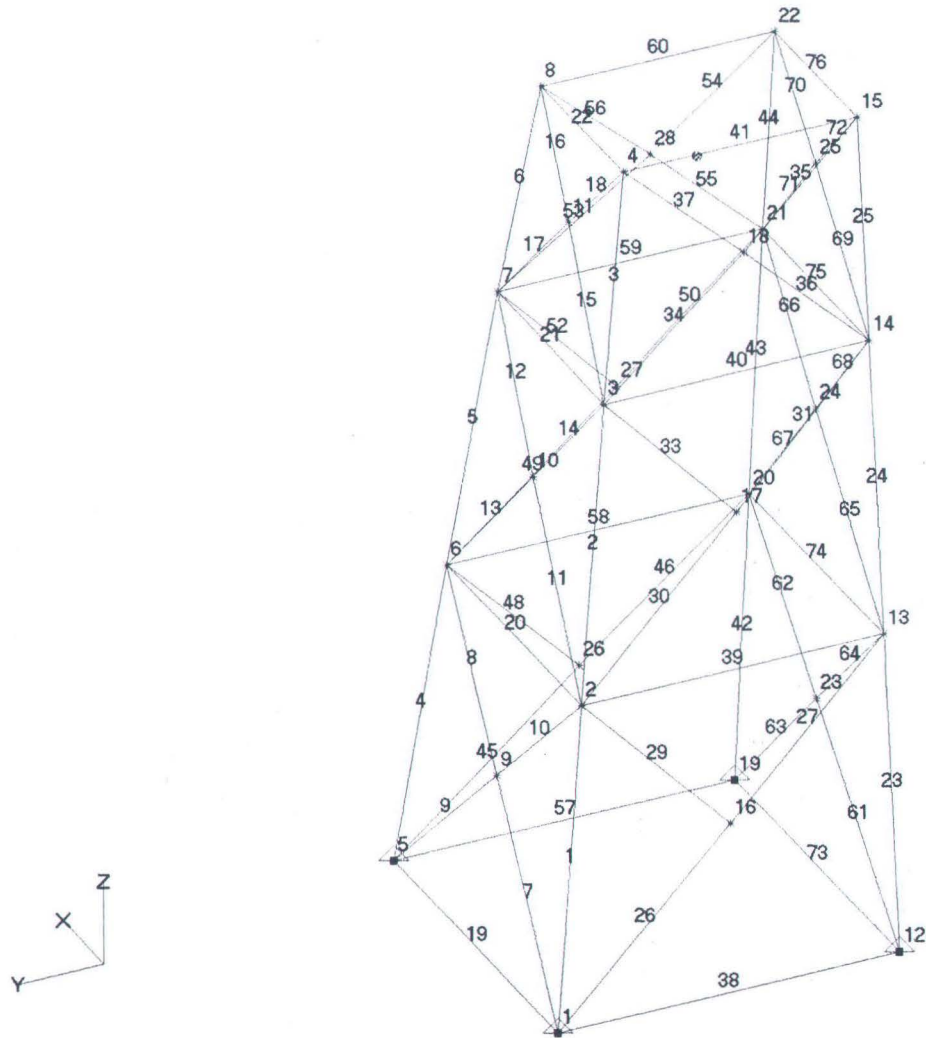


Gambar 4.5. Grafik hubungan tegangan axial terhadap indeks environment

GAMBAR 4.7. JACKET STRUCTURE SPACE FRAME KAKI EMPAT BRACING X GAGAL ELEMEN 28,47

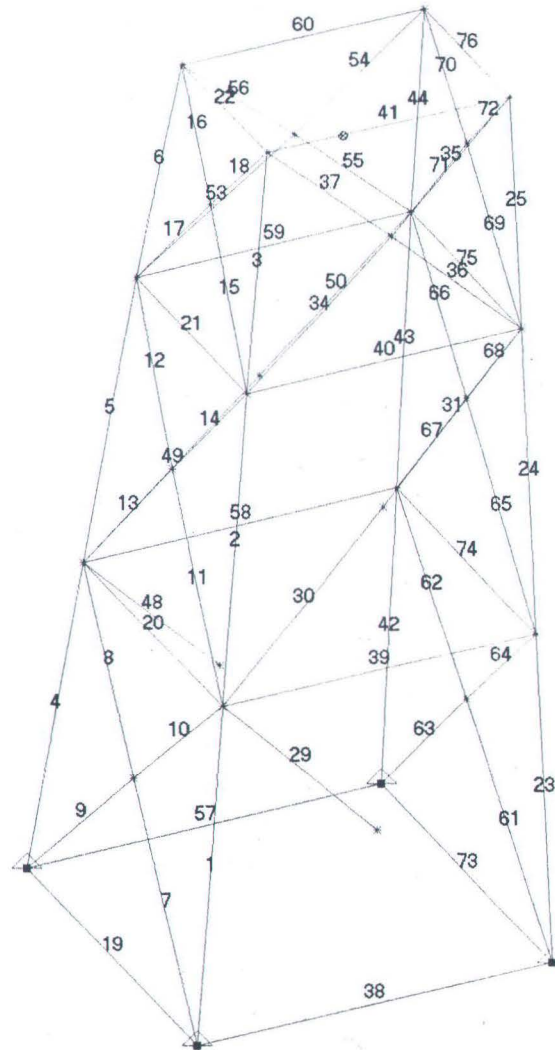
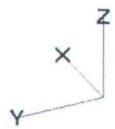


V5
L1
C1



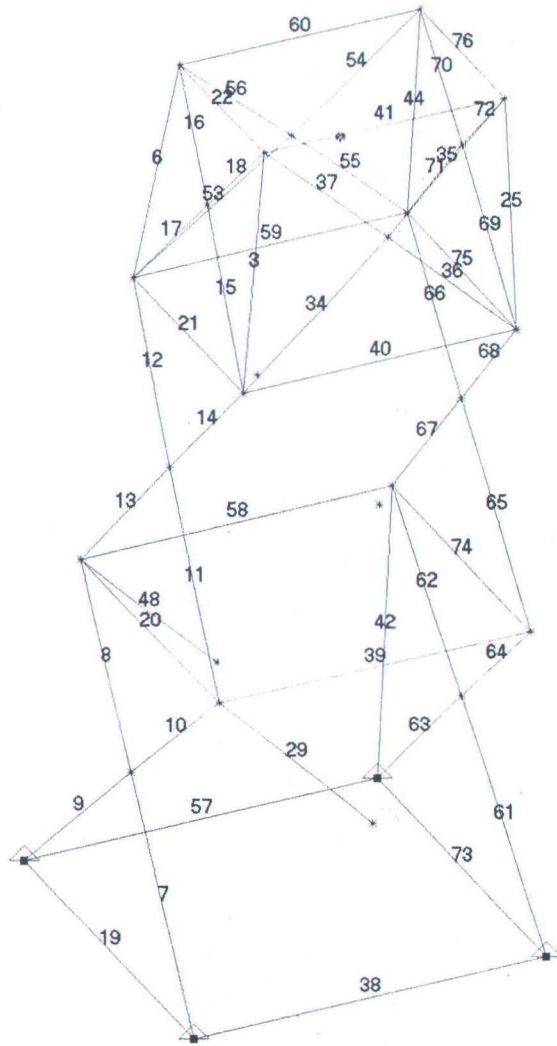
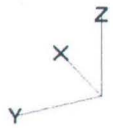
MSC/NASTRAN For Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

V5
L1
C1



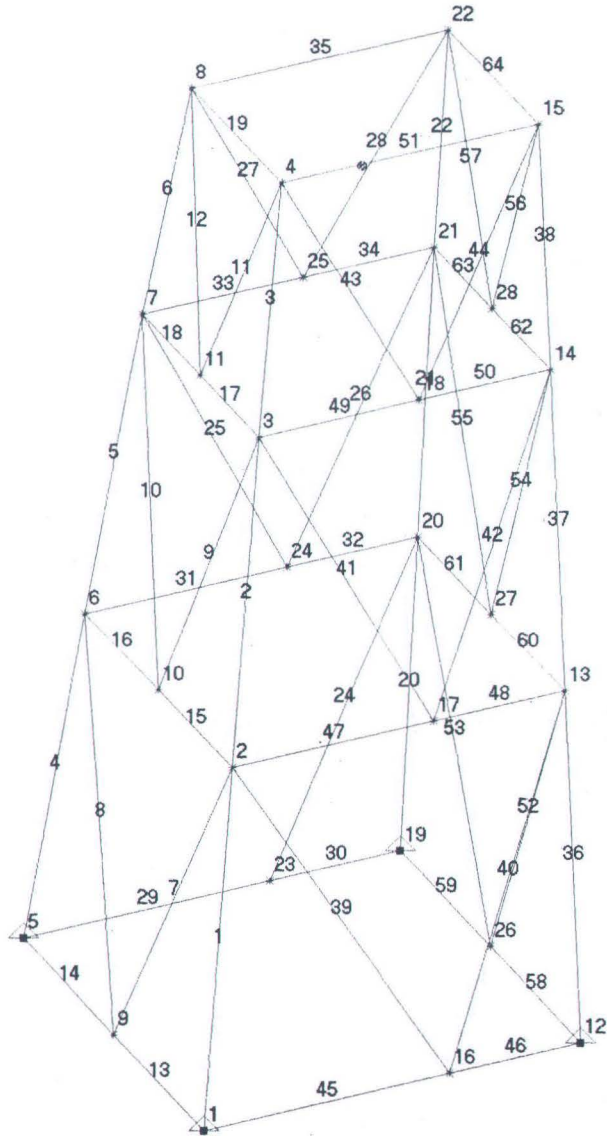
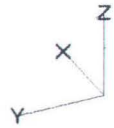
MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

V5
L1
C1



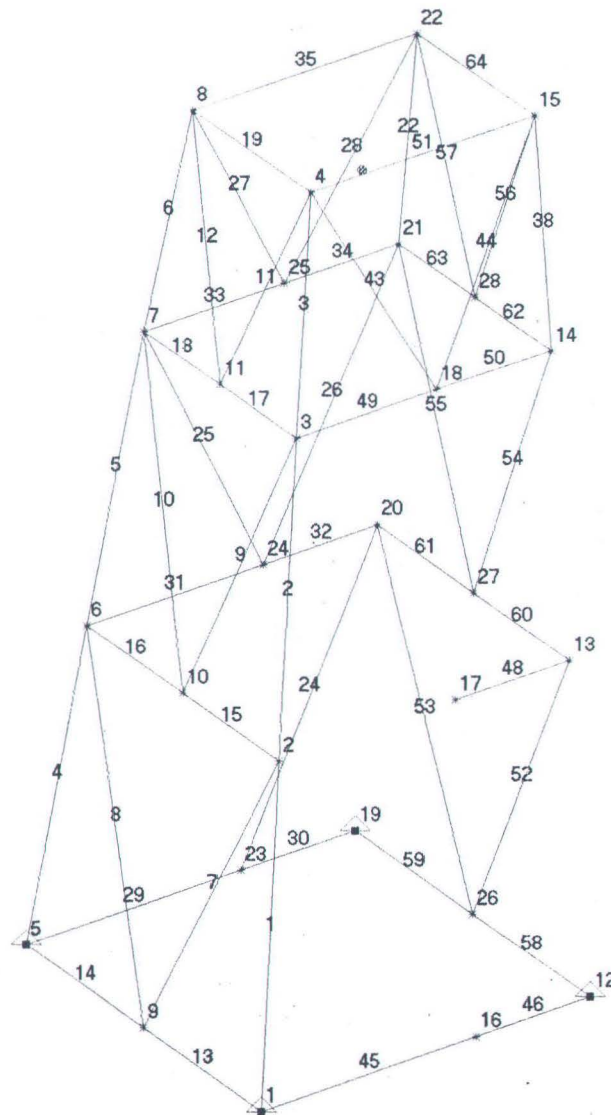
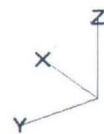
MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

V2
L1
C1



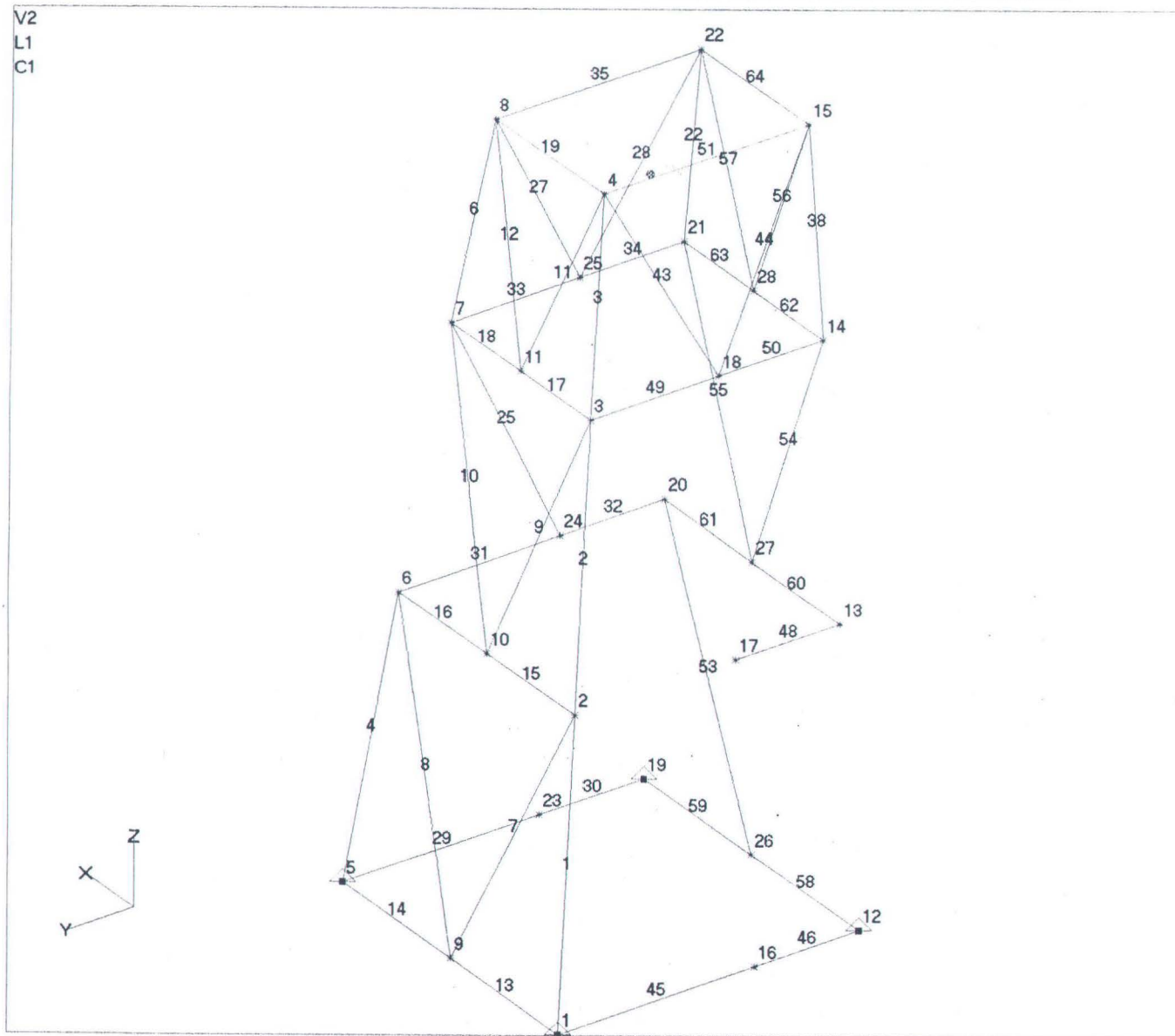
MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

V2
L1
C1



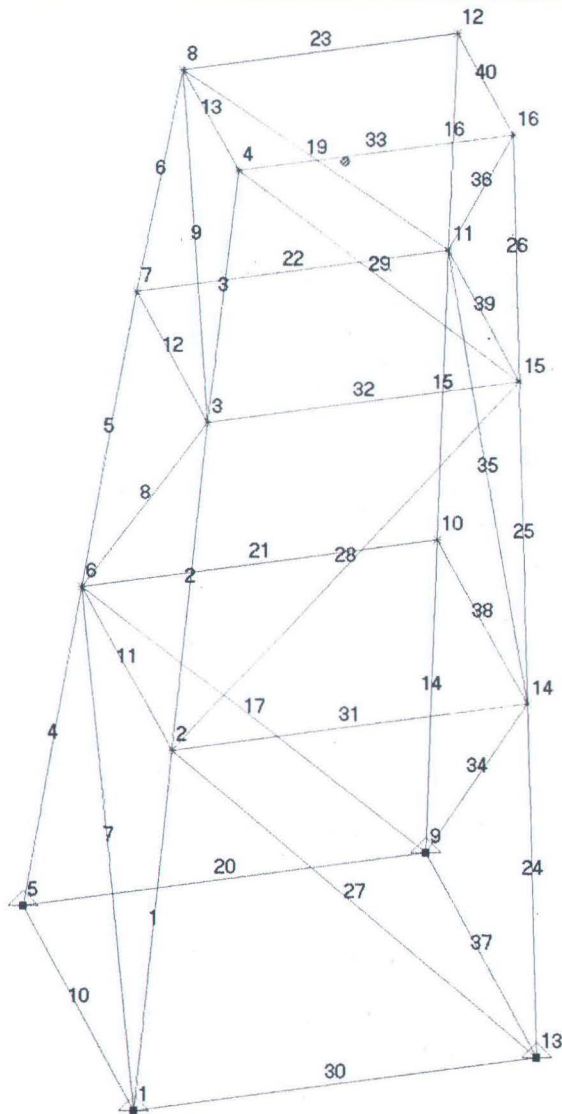
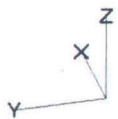
MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

GAMBAR 4.13. JACKET STRUCTURE SPACE FRAME KAKI EMPAT BRACING K MENGALAMI KERUNTUHAN



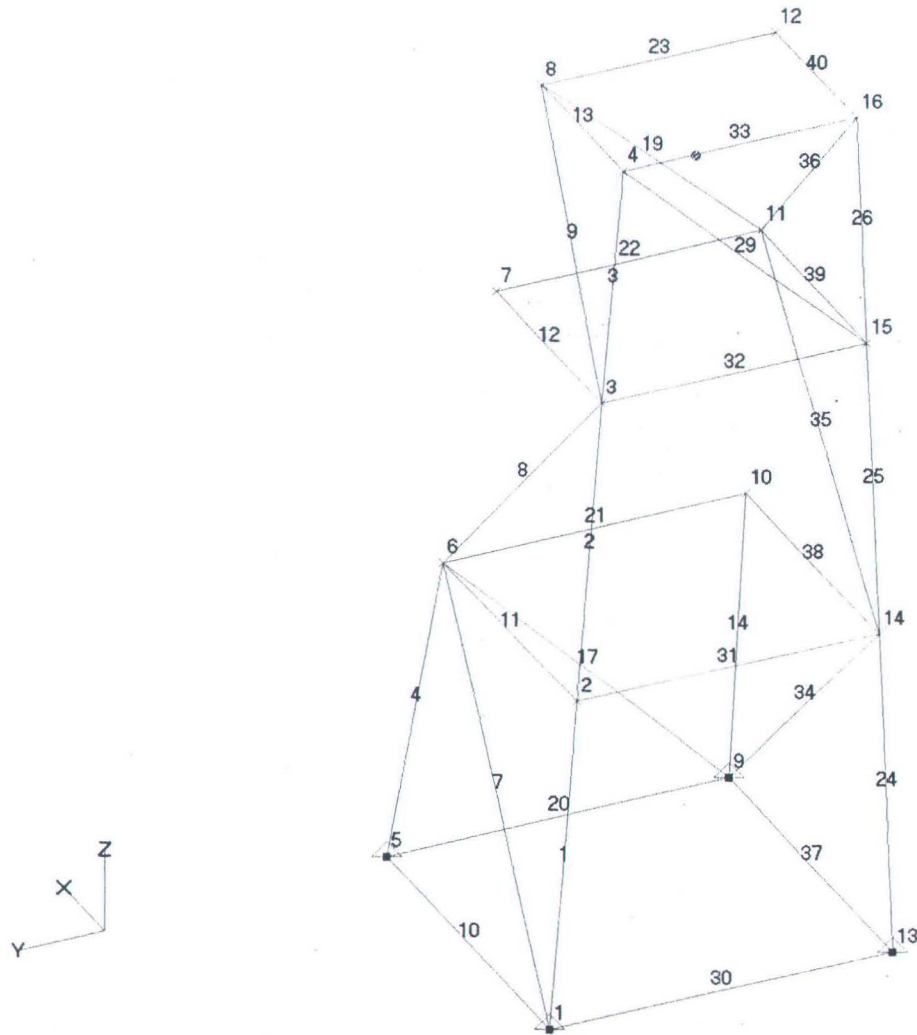
MSC/NASTRAN For Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

V2
L1
C1



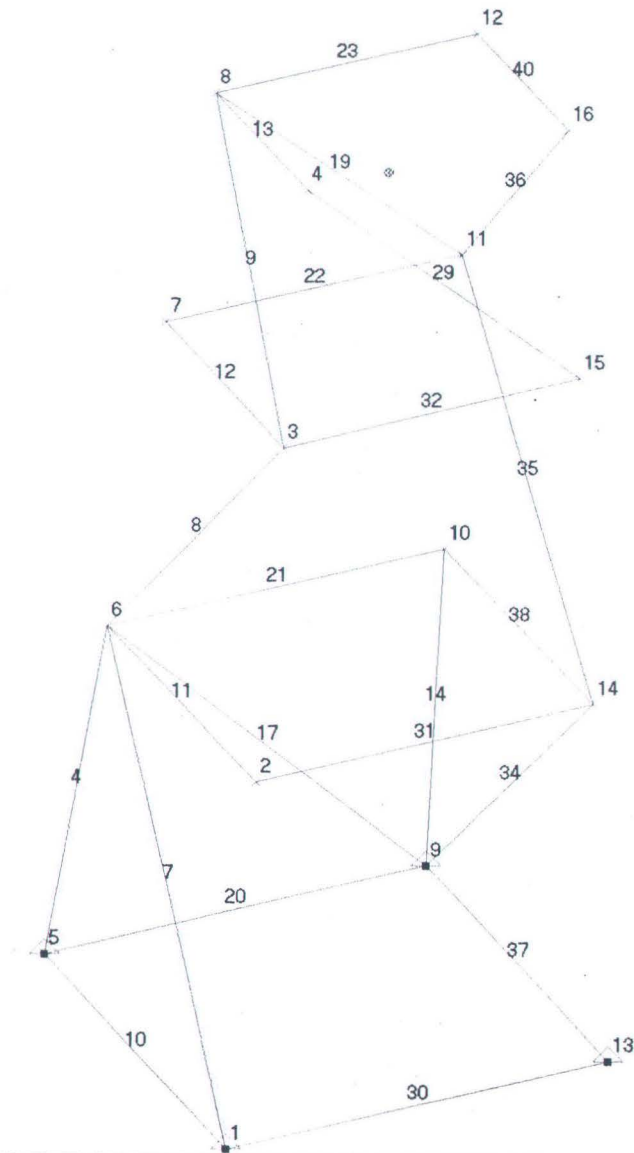
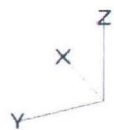
MSC/NASTRAN For Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

V2
L1
C1



MSC/NASTRAN for Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

V2
L1
C1



MSC/NASTRAN For Windows ... Restricted Copy - For Educational and Training Use Only

4.4. PEMBAHASAN HASIL ANALISA

Dari semua hasil perhitungan yang dianalisa dan dari grafik yang dibuat dapat dijelaskan seperti dijabarkan berikut :

4.4.1 Tegangan Aksial

Dari grafik (Gb.4.5.) terlihat sangat jelas bahwa peningkatan beban gelombang menyebabkan tegangan aksial struktur juga akan semakin besar . Diantara ketiga struktur *tripod* yang dianalisa maka struktur yang paling baik adalah struktur jacket kaki empat dengan tata letak bracing X karena jacket ini mempunyai tegangan axial yang relatif lebih kecil yaitu sebesar 150,404 MN pada beban gelombang 167,855 kN mengalami peningkatan beban yang relatif baik dibandingkan dengan bracing K yang mempunyai peningkatan beban axial yang walaupun relatif stabil mendatar tapi pada beban gelombang 166,136 kN, bracing K mengalami peningkatan tegangan axial yang relatif tinggi yaitu sebesar 291,34 MN, tetapi pada beban gelombang berikutnya yaitu sebesar 166,219 kN, maka pada bracing K mengalami penurunan tegangan axial yang terlalu tajam yaitu sebesar 112,784 MN. Lain halnya dengan bracing Z yang mengalami peningkatan tegangan yang relatif tajam yaitu pada beban gelombang 155,55 kN telah mempunyai tegangan axial sebesar 175,662 MN. dengan indeks environment yang sama tipe ini tegangan aksialnya lebih kecil.

4.4.2 Tegangan Geser dan Tegangan Torsional

Tegangan geser yang terjadi pada tiap struktur akan cenderung bertambah untuk penampang *tubular* yang lebih kecil. Hal ini terjadi karena semakin besar luas penampang struktur semakin kecil tegangan geser yang terjadi. Tegangan geser paling besar terjadi pada bentuk jacket kaki empat dengan tata letak bracing Z karena pada beban gelombang sebesar 155,55 kN struktur tersebut menerima tegangan geser sebesar 88,284 MPa sedangkan pada struktur jacket dengan tata letak bracing X hanya menerima tegangan geser sebesar 13,09 Mpa dan bracing K hanya menerima tegangan geser sebesar 0,18 Mpa. Jadi struktur jacket yang paling baik adalah struktur dengan tata letak bracing K dengan Geseran pada elemen *beam* ini akan berpengaruh juga pada tegangan puntir. Tetapi dalam tegangan torsi yang dialami oleh bracing Z pada kondisi itu sebesar 634,510 MPa dan pada bracing X adalah 51,135 MPa dan bracing K adalah 69,359 MPa.

4.4.3 Tegangan Bending

Dalam tegangan bending yang paling lemahnya besar diterima oleh struktur adalah struktur jacket dengan tata letak X yaitu pada beban gelombang 155,55 kN tegangan bending yang terjadi pada struktur adalah 74,96 MPa sedangkan pada struktur jacket dengan tata letak bracing K 177,316 MPa dan bracing Z adalah 2020,336 MPa

4.4. Rasio Interaksi Struktur

Dari grafik (Gb.4.3.) terlihat bahwa rasio interaksi struktur akan semakin besar secara linier dengan bertambahnya beban gelombang.

Rasio interaksi ini menunjukkan bagaimana interaksi tegangan-tegangan yang bekerja pada struktur yang dianalisa. Berdasarkan rekomendasi dari API RP-2A yang menyatakan bahwa nilai rasio interaksi ini harus kurang dari 1 maka dari ketiga bentuk struktur jacket kaki empat yang dianalisa, struktur jacket kaki empat yang terbaik adalah jacket struktur dengan tata letak bracing X yaitu pada beban gelombang sebesar 155,55 kN besar rasio interaksinya 0.877, untuk sedangkan pada jacket struktur dengan tata letak bracing K adalah 0.9169 dan pada jacket struktur dengan tata letak bracing Z 1,48.

4.5. Urutan Proses Keruntuhan Jacket Struktur Kaki Empat

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan program nastran maka didapatkan urutan proses keruntuhan jacket struktur kaki empat seperti dalam tabel dibawah dimana dari ketiga tipe tata letak bracing yang terbaik adalah jacket struktur dengan tata letak bracing X karena mampu menahan beban gelombang yang lebih besar dibandingkan dengan tipe bracing K maupun Z. Dan bracing X mempunyai indeks environment yang besar dibandingkan dengan bracing K maupun Z.

Tabel 4.6. Rantai jalur kegagalan jacket struktur kaki empat

Rantai Jalur Kegagalan Jacket Kaki Empat

Bracing X			Bracing K			Bracing Z		
load (kN)	Elemen	tegangan (MPa)	load (kN)	elemen	tegangan (MPa)	load (kN)	Elemen	tegangan (MPa)
265.639	28	345.574	166.053	23	345.371	155.395	18	345.33
	27	345.47						
265.772	32	367.016	166.136	20	987.491	155.473	5	622.488
	51	366.86		39	478.254		15	568.801
				40	436.306		28	453.207
265.904	26	628.229		41	430.464		6	436.896
	45	628.07		42	403.302		27	421.542
	27	624.917		37	349.47		16	397.27
	46	624.76		47	346.49			
	33	604.246		21	353.499	155.55	24	2020.336
	52	385.361		36	347.658		1	1846.534
							3	1299.81
266.037	1	1980	166.219	43	603.108		26	1236.848
	4	1979		44	582.271		25	919.561
	42	1961		31	478.739		29	613.848
	30	841.02		25	474.236		2	577.052
	49	840.87		49	442.703		33	348.571
	31	836.233		26	367.275		16	345.642
	50	836.083						
	2	772						
	5	772						
	55	436						

Yang mendengarkan perkataan lalu mengikuti apa yang paling baik diantaranya. Mereka itulah orang-orang yang telah diberi Allah petunjuk dan mereka itulah orang-orang yang mempunyai akal

(Q.S. Az-Zumar : 18)

BAB V



KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan program *MSC nastran* maka didapatkan urutan proses keruntuhan *jacket* struktur kaki empat dimana dari ketiga tipe tata letak *bracing* yang terbaik adalah *jacket* struktur dengan tata letak *bracing* X karena mampu menahan beban gelombang yang lebih besar dibandingkan dengan tipe *bracing* K maupun Z. Dan *bracing* X mempunyai *indeks environment* yang besar dibanding kan dengan *bracing* K maupun Z. Dari tabel dibawah akhirnya dapat disimpulkan bahwa *jacket* struktur yang paling baik dalam menerima beban gelombang yang ditingkatkan adalah *jacket* struktur dengan tata- letak *bracing* X karena mempunyai *indeks environment* yang lebih lebih besar dibanding kan dengan *jacket* struktur dengan tata letak *bracing* K maupun *jacket* struktur dengan tata letak *bracing* bentuk Z, dan urutan kegagalan dari *bracing* X adalah : 28,27,32,51,26,45,27,46,33,52,1,4,42,30,49,31,50,2,5,55. Sedangkan *bracing* K adalah :23,20,39,40,41,42,37,47,21,36,43,44,31,25,49,26. Dan pada *bracing* Z adalah :18,5,15,28,6,27,16,24,1,3,26,25,29,2,33,16.

Tabel 5.1. Urutan kegagalan *jacket structure*

Bracing X		Bracing K		Bracing Z	
Load (kN)	Elemen	Load (kN)	elemen	Load (kN)	Elemen
265.639	28	166.053	23	155.395	18
	27				
265.772	32	166.136	20	155.473	5
	51		39		15
			40		28
265.904	26		41		6
	45		42		27
	27		37		16
	46		47		
	33		21	155.55	24
	52		36		1
					3
266.037	1	166.219	43		26
	4		44		25
	42		31		29
	30		25		2
	49		49		33
	31		26		16
	50				
	2				
	5				
	55				

5.2. SARAN

Berdasarkan pada studi yang dilakukan dan untuk studi yang lebih sempurna disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sebaiknya asumsi-asumsi yang diambil dikurangi sehingga hasilnya lebih mendekati kenyataan yang sesungguhnya.
2. Perlu dilakukan analisa yang lebih beragam misalnya variasi beban lateral seperti arus, angin dan sebagainya.

3. Analisa dinamis perlu dilakukan agar didapatkan respon struktur yang lebih baik lagi.
4. Perlu dilakukan pemahaman yang lebih baik terhadap perangkat lunak yang digunakan sehingga dapat menyelesaikan studi yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute. "*Structural Steel Design*". **API Recommended Practice 2A (RP2A)**. Section 3. 1993
- Biro Klasifikasi Indonesia.. **Buku Pedoman Rancang Bangun Bangunan Lepas Pantai di Perairan Indonesia**. Indonesia. 1991
- Chacrabarti, S.K. **Hidrodynamics of Offshore Structure**. Henny Ling Ltd, Donchester, UK. 1987.
- Dawson, T.H. **Offshore Structural Engineering**. Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs. New Jersey, USA. 1983.
- Graff, W.J. **Introduction of Offshore Structure**. Gulf Publishing Company. Houston. 1981.
- Hsu, T.H. **Applied Offshore Structural Engineering**. Gulf publishers. Houston. 1984.
- Mac Neal, **MSC Nastran for Windows**, Co. New York. 1994.
- Palle, T.C. dan Yoshisada, M.,1986,**Application of Structural System Reliability Theory**, vol 35-37
- Rosyid, D.M.,1992, **Elemental reliability index-based system design for skeletal structure**, Structural Optimization4, 1-16



DAFTAR LAMPIRAN

OUTPUT NASTRAN (RESPON STRUKTUR)

Output Set 4 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN

Analysis Type = Static

Value = 0.

Notes:

From: \\Opres_03\mhs ta\94-004\Z1003.op2

Date : Mon Jul 17 14:05:16 2000

Output Vector 1 - Total Translation

(Model Vector 203)

Maximum Node ID = 12

Value = 0.26095

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = Y Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 2 - T1 Translation

(Model Vector 163)

Maximum Node ID = 4

Value = 0.022325

Minimum Node ID = 14

Value = -0.042952

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 3 - T2 Translation

(Model Vector 164)

Maximum Node ID = 1

Value = 0.

Minimum Node ID = 12

Value = -0.22186

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 4 - T3 Translation

(Model Vector 165)

Maximum Node ID = 1

Value = 0.

Minimum Node ID = 12

Value = -0.13433

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 5 - Total Rotation

(Model Vector 204)

Maximum Node ID = 7

Value = 0.0047395

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = Y Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 6 - R1 Rotation

(Model Vector 166)

Maximum Node ID = 7

Value = 0.0047118

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 7 - R2 Rotation

(Model Vector 167)

Maximum Node ID = 4

Value = 0.0014028

Minimum Node ID = 12

Value = -0.002093

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 8 - R3 Rotation

(Model Vector 168)

Maximum Node ID = 11

Value = 0.00054636

Minimum Node ID = 2

Value = -0.00053931

Type = Displacement
Centroid = Y

Calc = N Component Dir = Y

Output Vector 41 - Total Applied Force (Model Vector 205)

Maximum Node ID = 16 Value = 7890902.

Minimum Node ID = 5 Value = 7512.21

Type = Force

Calc = Y Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 42 - T1 Applied Force (Model Vector 197)

Maximum Node ID = 3 Value = 64.9653

Minimum Node ID = 6 Value = -63.5756

Type = Force

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 43 - T2 Applied Force (Model Vector 198)

Maximum Node ID = 5 Value = -7512.2

Minimum Node ID = 11 Value = -161803.

Type = Force

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 44 - T3 Applied Force (Model Vector 199)

Maximum Node ID = 6 Value = 480.039

Minimum Node ID = 8 Value = -7890018.

Type = Force

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 45 - Total Applied Moment (Model Vector 206)

Maximum Node ID = 16 Value = 239228.

Minimum Node ID = 2 Value = 10671.3

Type = Force

Calc = Y Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 46 - R1 Applied Moment (Model Vector 200)

Maximum Node ID = 9 Value = 111260.

Minimum Node ID = 16 Value = -217398.

Type = Force

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 47 - R2 Applied Moment (Model Vector 201)

Maximum Node ID = 8 Value = 2.13731E-11

Minimum Node ID = 4 Value = -2.13731E-11

Type = Force

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 48 - R3 Applied Moment (Model Vector 202)

Maximum Node ID = 11 Value = 151242.

Minimum Node ID = 14 Value = -105428.

Type = Force

Calc = N Component Dir = Y

Centroid = Y

Output Vector 51 - Total Constraint Force (Model Vector 207)

Maximum Node ID = 9 Value = 11386362.

Minimum Node ID = 2 Value = 0.

Type = Force

Calc = Y Component Dir = Y

Centroid = Y



Output Vector 52 - T1 Constraint Force (Model Vector 157)
Maximum Node ID = 13 Value = 1153426.
Minimum Node ID = 9 Value = -1162472.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 53 - T2 Constraint Force (Model Vector 158)
Maximum Node ID = 13 Value = 1061740.
Minimum Node ID = 1 Value = -582722.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 54 - T3 Constraint Force (Model Vector 159)
Maximum Node ID = 9 Value = 11277235.
Minimum Node ID = 2 Value = 0.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 55 - Total Constraint Moment (Model Vector 208)
Maximum Node ID = 9 Value = 780199.
Minimum Node ID = 2 Value = 0.
Type = Force Calc = Y Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 56 - R1 Constraint Moment (Model Vector 160)
Maximum Node ID = 2 Value = 0.
Minimum Node ID = 9 Value = -474619.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 57 - R2 Constraint Moment (Model Vector 161)
Maximum Node ID = 9 Value = 616107.
Minimum Node ID = 1 Value = -265162.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 58 - R3 Constraint Moment (Model Vector 162)
Maximum Node ID = 5 Value = 96475.7
Minimum Node ID = 1 Value = -74353.8
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3014 - Beam EndA Plane1 Moment (Model Vector 169)
Maximum Element ID = 25 Value = 606671.
Minimum Element ID = 6 Value = -352051.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3015 - Beam EndA Plane2 Moment (Model Vector 170)
Maximum Element ID = 15 Value = 636135.
Minimum Element ID = 16 Value = -685108.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3016 - Beam EndB Plane1 Moment (Model Vector 176)
Maximum Element ID = 14 Value = 466799.
Minimum Element ID = 2 Value = -487058.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3017 - Beam EndB Plane2 Moment (Model Vector 177)
 Maximum Element ID = 14 Value = 570331.
 Minimum Element ID = 15 Value = -665066.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Component 0 3015 - Beam EndA Plane2 Moment
 Component 1 3017 - Beam EndB Plane2 Moment

Output Vector 3018 - Beam EndA Pl1 Shear Force (Model Vector 171)
 Maximum Element ID = 25 Value = 65237.8
 Minimum Element ID = 6 Value = -10550.9
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3019 - Beam EndA Pl2 Shear Force (Model Vector 172)
 Maximum Element ID = 3 Value = 56982.1
 Minimum Element ID = 16 Value = -62026.7
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3020 - Beam EndB Pl1 Shear Force (Model Vector 178)
 Maximum Element ID = 5 Value = 40397.2
 Minimum Element ID = 26 Value = -68288.5
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3021 - Beam EndB Pl2 Shear Force (Model Vector 179)
 Maximum Element ID = 3 Value = 56982.1
 Minimum Element ID = 16 Value = -62026.7
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3022 - Beam EndA Axial Force (Model Vector 173)
 Maximum Element ID = 18 Value = 1591003.
 Minimum Element ID = 15 Value = -10143058.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3023 - Beam EndB Axial Force (Model Vector 180)
 Maximum Element ID = 18 Value = 1573902.
 Minimum Element ID = 15 Value = -10143058.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3024 - Beam EndA Torque Force (Model Vector 174)
 Maximum Element ID = 7 Value = 483014.
 Minimum Element ID = 34 Value = -490430.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3025 - Beam EndB Torque Force (Model Vector 181)
 Maximum Element ID = 7 Value = 483014.
 Minimum Element ID = 34 Value = -490430.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y

Output Vector 3026 - Beam EndA Warping Torque (Model Vector 175)
 Maximum Element ID = 1 Value = 0.

Minimum Element ID = 1 Value = 0.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3027 - Beam EndB Warping Torque (Model Vector 182)
 Maximum Element ID = 1 Value = 0.
 Minimum Element ID = 1 Value = 0.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3139 - Beam EndA Pt1 Comb Stress (Model Vector 183)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30596208.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3140 - Beam EndA Pt2 Comb Stress (Model Vector 184)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30596208.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3141 - Beam EndA Pt3 Comb Stress (Model Vector 185)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30596208.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3142 - Beam EndA Pt4 Comb Stress (Model Vector 186)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30596208.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3151 - Beam EndB Pt1 Comb Stress (Model Vector 191)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30267352.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3152 - Beam EndB Pt2 Comb Stress (Model Vector 192)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30267352.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3153 - Beam EndB Pt3 Comb Stress (Model Vector 193)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30267352.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3154 - Beam EndB Pt4 Comb Stress (Model Vector 194)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30267352.
 Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y
 Centroid = Y
 Output Vector 3164 - Beam EndA Max Comb Stress (Model Vector 187)
 Maximum Element ID = 18 Value = 30596208.

Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3165 - Beam EndA Min Comb Stress (Model Vector 188)

Maximum Element ID = 18 Value = 30596208.
Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3166 - Beam EndB Max Comb Stress (Model Vector 195)

Maximum Element ID = 18 Value = 30267352.
Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3167 - Beam EndB Min Comb Stress (Model Vector 196)

Maximum Element ID = 18 Value = 30267352.
Minimum Element ID = 15 Value = -44100252.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3168 - Beam Tension M.S. (Model Vector 189)

Maximum Element ID = 20 Value = 368204.
Minimum Element ID = 1 Value = 0.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Vector 3169 - Beam Compression M.S. (Model Vector 190)

Maximum Element ID = 1 Value = 0.
Minimum Element ID = 1 Value = 0.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y
Centroid = Y

Output Set 2 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN

Analysis Type = Static

Value = 0.

Notes:

From: \\Opres_03\mhs ta\94-004\V3000.op2

Date: Sat Jul 15 22:56:20 2000

Output Vector 1 - Total Translation

(Model Vector 99)

Maximum Node ID = 22

Value = 0.40838

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 2 - T1 Translation

(Model Vector 59)

Maximum Node ID = 4

Value = 0.006473

Minimum Node ID = 8

Value = -0.008042

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3 - T2 Translation

(Model Vector 60)

Maximum Node ID = 1

Value = 0.

Minimum Node ID = 8

Value = -0.38894

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 4 - T3 Translation

(Model Vector 61)

Maximum Node ID = 1

Value = 0.

Minimum Node ID = 28

Value = -0.15108

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 5 - Total Rotation

(Model Vector 100)

Maximum Node ID = 10

Value = 0.0068814

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 6 - R1 Rotation

(Model Vector 62)

Maximum Node ID = 10

Value = 0.0068814

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 7 - R2 Rotation

(Model Vector 63)

Maximum Node ID = 14

Value = 0.00068102

Minimum Node ID = 25

Value = -0.00066847

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 8 - R3 Rotation

(Model Vector 64)

Maximum Node ID = 20

Value = 0.00068027

Minimum Node ID = 13

Value = -0.00068285

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 41 - Total Applied Force

(Model Vector 101)

Maximum Node ID = 22

Value = 7895130.

Minimum Node ID = 9

Value = 2807.98

Type = Force

Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 42 - T1 Applied Force

(Model Vector 93)

Maximum Node ID = 18

Value = 85.2522

Minimum Node ID = 4

Value = -87.3325

[illegible]

Output Vector 56 - R1 Constraint Moment (Model Vector 56)
Maximum Node ID = 2 Value = 0.
Minimum Node ID = 19 Value = -1347073.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 57 - R2 Constraint Moment (Model Vector 57)
Maximum Node ID = 19 Value = 197768.
Minimum Node ID = 12 Value = -200094.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 58 - R3 Constraint Moment (Model Vector 58)
Maximum Node ID = 12 Value = 333895.
Minimum Node ID = 19 Value = -311337.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3014 - Beam EndA Planel Moment (Model Vector 65)
Maximum Element ID = 63 Value = 192686.
Minimum Element ID = 20 Value = -1200744.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3015 - Beam EndA Plane2 Moment (Model Vector 66)
Maximum Element ID = 32 Value = 199104.
Minimum Element ID = 4 Value = -979404.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3016 - Beam EndB Planel Moment (Model Vector 72)
Maximum Element ID = 20 Value = 289650.
Minimum Element ID = 63 Value = -210286.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3017 - Beam EndB Plane2 Moment (Model Vector 73)
Maximum Element ID = 4 Value = 216249.
Minimum Element ID = 32 Value = -238068.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3018 - Beam EndA Pl1 Shear Force (Model Vector 67)
Maximum Element ID = 63 Value = 35457.3
Minimum Element ID = 22 Value = -104402.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3019 - Beam EndA Pl2 Shear Force (Model Vector 68)
Maximum Element ID = 32 Value = 46726.4
Minimum Element ID = 4 Value = -58367.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3020 - Beam EndB Pl1 Shear Force (Model Vector 74)
Maximum Element ID = 38 Value = 65962.5
Minimum Element ID = 62 Value = -39324.3
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3021 - Beam EndB Pl2 Shear Force (Model Vector 75)
Maximum Element ID = 57 Value = 50471.1
Minimum Element ID = 56 Value = -43459.1
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3022 - Beam EndA Axial Force (Model Vector 69)
Maximum Element ID = 26 Value = 1719839.

Minimum Element ID = 20 Value = -12251021.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3023 - Beam EndB Axial Force (Model Vector 76)
 Maximum Element ID = 26 Value = 1703584.
 Minimum Element ID = 20 Value = -12251021.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3024 - Beam EndA Torque Force (Model Vector 70)
 Maximum Element ID = 53 Value = 603443.
 Minimum Element ID = 52 Value = -604540.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3025 - Beam EndB Torque Force (Model Vector 77)
 Maximum Element ID = 53 Value = 603443.
 Minimum Element ID = 52 Value = -604540.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3026 - Beam EndA Warping Torque (Model Vector 71)
 Maximum Element ID = 1 Value = 0.
 Minimum Element ID = 1 Value = 0.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3027 - Beam EndB Warping Torque (Model Vector 78)
 Maximum Element ID = 1 Value = 0.
 Minimum Element ID = 1 Value = 0.
 Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3139 - Beam EndA Pt1 Comb Stress (Model Vector 79)
 Maximum Element ID = 26 Value = 33073826.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3140 - Beam EndA Pt2 Comb Stress (Model Vector 80)
 Maximum Element ID = 26 Value = 33073826.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3141 - Beam EndA Pt3 Comb Stress (Model Vector 81)
 Maximum Element ID = 26 Value = 33073826.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3142 - Beam EndA Pt4 Comb Stress (Model Vector 82);
 Maximum Element ID = 26 Value = 33073826.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3151 - Beam EndB Pt1 Comb Stress (Model Vector 87)
 Maximum Element ID = 26 Value = 32761240.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3152 - Beam EndB Pt2 Comb Stress (Model Vector 88)
 Maximum Element ID = 26 Value = 32761240.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3153 - Beam EndB Pt3 Comb Stress (Model Vector 89)
 Maximum Element ID = 26 Value = 32761240.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3154 - Beam EndB Pt4 Comb Stress (Model Vector 90)
 Maximum Element ID = 26 Value = 32761240.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3164 - Beam EndA Max Comb Stress (Model Vector 83)
 Maximum Element ID = 26 Value = 33073826.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3165 - Beam EndA Min Comb Stress (Model Vector 84)
 Maximum Element ID = 26 Value = 33073826.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3166 - Beam EndB Max Comb Stress (Model Vector 91)
 Maximum Element ID = 26 Value = 32761240.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3167 - Beam EndB Min Comb Stress (Model Vector 92)
 Maximum Element ID = 26 Value = 32761240.
 Minimum Element ID = 20 Value = -53265308.
 Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3168 - Beam Tension M.S. (Model Vector 85)
 Maximum Element ID = 59 Value = 2744309.
 Minimum Element ID = 1 Value = 0.
 Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3169 - Beam Compression M.S. (Model Vector 86)
 Maximum Element ID = 1 Value = 0.
 Minimum Element ID = 1 Value = 0.
 Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y



Output Set 11 - MSC/NASTRAN Case 1

From = MSC/NASTRAN

Analysis Type = Static

Value = 0.

Notes:

From: D:\Mhs TA\94-004\X5000.op2

Date : Sat Jun 10 20:23:58 2000

Output Vector 1 - Total Translation

(Model Vector 567)

Maximum Node ID = 25

Value = 0.33081

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 2 - T1 Translation

(Model Vector 527)

Maximum Node ID = 26

Value = 0.058819

Minimum Node ID = 16

Value = -0.058819

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3 - T2 Translation

(Model Vector 528)

Maximum Node ID = 1

Value = 0.

Minimum Node ID = 25

Value = -0.30511

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 4 - T3 Translation

(Model Vector 529)

Maximum Node ID = 1

Value = 0.

Minimum Node ID = 15

Value = -0.1355

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 5 - Total Rotation

(Model Vector 568)

Maximum Node ID = 3

Value = 0.005062

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 6 - R1 Rotation

(Model Vector 530)

Maximum Node ID = 3

Value = 0.0050093

Minimum Node ID = 1

Value = 0.

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 7 - R2 Rotation

(Model Vector 531)

Maximum Node ID = 15

Value = 0.00072438

Minimum Node ID = 22

Value = -0.00072438

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 8 - R3 Rotation

(Model Vector 532)

Maximum Node ID = 21

Value = 0.00071934

Minimum Node ID = 14

Value = -0.00071934

Type = Displacement

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 41 - Total Applied Force

(Model Vector 569)

Maximum Node ID = 15

Value = 7898929.

Minimum Node ID = 9

Value = 1856.51

Type = Force

Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 42 - T1 Applied Force

(Model Vector 561)

Maximum Node ID = 3

Value = 127.685

Minimum Node ID = 7

Value = -127.685

Type = Force

Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 43 - T2 Applied Force

(Model Vector 562)

Maximum Node ID = 9

Value = -1856.47

Minimum Node ID = 14 Value = -380359.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 44 - T3 Applied Force (Model Vector 563)
Maximum Node ID = 7 Value = 743.086
Minimum Node ID = 15 Value = -7890393.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 45 - Total Applied Moment (Model Vector 570)
Maximum Node ID = 15 Value = 547309.
Minimum Node ID = 16 Value = 1649.35
Type = Force Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 46 - R1 Applied Moment (Model Vector 564)
Maximum Node ID = 12 Value = 235887.
Minimum Node ID = 15 Value = -534299.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 47 - R2 Applied Moment (Model Vector 565)
Maximum Node ID = 18 Value = 1.31877E-11
Minimum Node ID = 4 Value = -2.27374E-12
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 48 - R3 Applied Moment (Model Vector 566)
Maximum Node ID = 21 Value = 187788.
Minimum Node ID = 14 Value = -187788.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 51 - Total Constraint Force (Model Vector 571)
Maximum Node ID = 12 Value = 13855769.
Minimum Node ID = 2 Value = 0.
Type = Force Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 52 - T1 Constraint Force (Model Vector 521)
Maximum Node ID = 12 Value = 1953638.
Minimum Node ID = 19 Value = -1953638.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 53 - T2 Constraint Force (Model Vector 522)
Maximum Node ID = 12 Value = 1556795.
Minimum Node ID = 2 Value = 0.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 54 - T3 Constraint Force (Model Vector 523)
Maximum Node ID = 12 Value = 13628720.
Minimum Node ID = 2 Value = 0.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 55 - Total Constraint Moment (Model Vector 572)
Maximum Node ID = 19 Value = 1401705.
Minimum Node ID = 2 Value = 0.
Type = Force Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 56 - R1 Constraint Moment (Model Vector 524)
Maximum Node ID = 2 Value = 0.
Minimum Node ID = 12 Value = -1364019.
Type = Force Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 57 - R2 Constraint Moment (Model Vector 525)
Maximum Node ID = 12 Value = 141467.
Minimum Node ID = 19 Value = -141467.

Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 58 - R3 Constraint Moment (Model Vector 526)
Maximum Node ID = 12 Value = 290204.
Minimum Node ID = 19 Value = -290204.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3014 - Beam EndA Planel Moment (Model Vector 533)
Maximum Element ID = 23 Value = 879824.
Minimum Element ID = 70 Value = -193876.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3015 - Beam EndA Plane2 Moment (Model Vector 534)
Maximum Element ID = 25 Value = 113093.
Minimum Element ID = 44 Value = -113093.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3016 - Beam EndB Planel Moment (Model Vector 540)
Maximum Element ID = 70 Value = 314895.
Minimum Element ID = 3 Value = -193608.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3017 - Beam EndB Plane2 Moment (Model Vector 541)
Maximum Element ID = 23 Value = 116629.
Minimum Element ID = 42 Value = -116629.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3018 - Beam EndA Pl1 Shear Force (Model Vector 535)
Maximum Element ID = 25 Value = 149754.
Minimum Element ID = 70 Value = -12389.3
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3019 - Beam EndA Pl2 Shear Force (Model Vector 536)
Maximum Element ID = 35 Value = 36319.7
Minimum Element ID = 44 Value = -12342.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3020 - Beam EndB Pl1 Shear Force (Model Vector 542)
Maximum Element ID = 28 Value = 8959.19
Minimum Element ID = 25 Value = -113476.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3021 - Beam EndB Pl2 Shear Force (Model Vector 543)
Maximum Element ID = 25 Value = 12342.
Minimum Element ID = 36 Value = -34422.4
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3022 - Beam EndA Axial Force (Model Vector 537)
Maximum Element ID = 74 Value = 1129420.
Minimum Element ID = 23 Value = -11530569.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3023 - Beam EndB Axial Force (Model Vector 544)
Maximum Element ID = 74 Value = 1129420.
Minimum Element ID = 23 Value = -11530569.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3024 - Beam EndA Torque Force (Model Vector 538)
Maximum Element ID = 43 Value = 747267.
Minimum Element ID = 24 Value = -747267.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3025 - Beam EndB Torque Force (Model Vector 545)
Maximum Element ID = 43 Value = 747267.
Minimum Element ID = 24 Value = -747267.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3026 - Beam EndA Warping Torque (Model Vector 539)
Maximum Element ID = 1 Value = 0.
Minimum Element ID = 1 Value = 0.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3027 - Beam EndB Warping Torque (Model Vector 546)
Maximum Element ID = 1 Value = 0.
Minimum Element ID = 1 Value = 0.
Type = Force
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3139 - Beam EndA Pt1 Comb Stress (Model Vector 547)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3140 - Beam EndA Pt2 Comb Stress (Model Vector 548)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3141 - Beam EndA Pt3 Comb Stress (Model Vector 549)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3142 - Beam EndA Pt4 Comb Stress (Model Vector 550)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3151 - Beam EndB Pt1 Comb Stress (Model Vector 555)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3152 - Beam EndB Pt2 Comb Stress (Model Vector 556)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3153 - Beam EndB Pt3 Comb Stress (Model Vector 557)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3154 - Beam EndB Pt4 Comb Stress (Model Vector 558)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = N Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3164 - Beam EndA Max Comb Stress (Model Vector 551)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress
Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3165 - Beam EndA Min Comb Stress (Model Vector 552)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3166 - Beam EndB Max Comb Stress (Model Vector 559)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3167 - Beam EndB Min Comb Stress (Model Vector 560)
Maximum Element ID = 74 Value = 28235494.
Minimum Element ID = 23 Value = -50132908.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3168 - Beam Tension M.S. (Model Vector 553)
Maximum Element ID = 38 Value = 120652.
Minimum Element ID = 1 Value = 0.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y

Output Vector 3169 - Beam Compression M.S. (Model Vector 554)
Maximum Element ID = 1 Value = 0.
Minimum Element ID = 1 Value = 0.
Type = Stress Calc = Y Component Dir = Y Centroid = Y



DAFTAR LAMPIRAN

PROGRAM FORTRAN GAYA GELOMBANG

\$noext
\$nowarn

```
real hor1,hor2,hor3,b1,b2,cd,cm,dc,dh,dd,Tc,Tb,L,k,lt,sinhkd
integer elm
common T,phi,rho,d,H
phi=22./7.
rho=1025
teta=0
elm=0

open  (8,File='e:\ta hanif\data struktur\Input-X.txt')
read  (8,*)L,T,D,H,hor1,hor2,hor3,b1,b2,cd,cm,dc,dh,dd,Tc,Tbh,Tbd,
-lt
Open  (9,File='e:\ta hanif\data struktur\outype-X3.txt')
write(9,*)'Untuk menghitung beban gelombang diperlukan data-data s
-ebagai berikut:'
write(9,80)L,T,D,H,hor1,hor2,hor3,b1,b2,cd,cm,dc,dh,dd,Tc,Tbh,Tbd,
-lt

0  format(
  '- Panjang gelombang           = L           =',f9.4,' meter',/,
  '- Periode gelombang           = T           =',f9.4,' detik',/,
  '- Kedalaman air               = d           =',f9.4,' meter',/,
  '- Tinggi gelombang           = H           =',f9.4,' meter',/,
  '- Jarak antara bracing horisontal = h1        =',f9.4,' meter',/,
  '- Jarak antara bracing horisontal = h2        =',f9.4,' meter',/,
  '- Jarak antara bracing horisontal = h3        =',f9.4,' meter',/,
  '- Lebar puncak                = b1           =',f9.4,' meter',/,
  '- Lebar alas                  = b2           =',f9.4,' meter',/,
  '- Koef. Drag (antara 0.6 s.d. 1.0) = CD        =',f9.4,/,
  '- Koef. Inersia (antara 1.5 s.d. 2.0) = CM       =',f9.4,/,
  '- Diameter nominal chord       = D           =',f9.4,' meter',/,
  '- Diameter nominal brace horisontal = dh        =',f9.4,' meter',/,
  '- Diameter nominal brace diagonal = dd        =',f9.4,' meter',/,
  '- Tebal dinding chord         = Tc           =',f9.4,' meter',/,
  '- Tebal dinding brace horisontal = Tbh       =',f9.4,' meter',/,
  '- Tebal dinding brace diagonal = Tbd       =',f9.4,' meter',/,
  '- Interval waktu              = lt          =',f9.4,' detik')
```

***** PENENTUAN KOORDINAT GLOBAL JOINT *****

```
x0=0
x1=0.94
x2=2.5
x3=3.23
x4=4.79
x5=5.95
x6=6.8
y0=0
y7=0
y14=0
y2=hor1
y9=hor1
y16=hor1
y4=hor2+hor1
y11=hor2+hor1
y18=hor2+hor1
y6=hor3+hor2+hor1
y13=hor3+hor2+hor1
y20=hor3+hor2+hor1
x7=15.9
```



```

x8=15.9
x9=15.9
x10=15.9
x11=15.9
x12=15.9
x13=15.9
x14=26.9
x15=26.9
x16=26.9
x17=26.9
x18=26.9
x19=26.9
x20=26.9
y1=0.55*hor1
y8=0.55*hor1
y15=0.55*hor1
y3=0.56*hor2+hor1
y10=0.56*hor2+hor1
y17=0.56*hor2+hor1
y5=0.57*hor3+hor1+hor2
y12=0.57*hor3+hor1+hor2
y19=0.57*hor3+hor1+hor2

```

```

goto 85

```

```

5 write(9,*)
  if(elm.eq.18)then
    stop
  end if
  write(9,86)elm+1
6  format('ELEMEN ',i2)
  write (9,87)
7  Format (' x(m) | y(m) | Chi | fx(N/m) | fy(N/m) | fn(N/m)')
8  elm=elm+1
9  if(elm.eq.1)then
10 xu=x1
    x1=x0
    yu=y1
    yl=y0
    sudphi=atan((x0-x1)/hor1)
  end if

  if(elm.eq.2)then
    xu=x2
    x1=x1
    yu=y2
    yl=y1
    sudphi=atan((x1-x2)/hor1)
  end if

  if(elm.eq.3)then
    xu=x3
    x1=x2
    yu=y3
    yl=y2
    sudphi=atan((x2-x3)/hor2)
  end if

  if(elm.eq.4)then
    xu=x4
    x1=x3

```

```
yu=y4
yl=y3
sudphi=atan((x3-x4)/hor2)
end if
```

```
if(elm.eq.5) then
xu=x5
xl=x4
yu=y5
yl=y4
sudphi=atan((x4-x5)/hor3)
end if
```

```
if(elm.eq.6) then
xu=x6
xl=x5
yu=y6
yl=y5
sudphi=atan((x5-x6)/hor3)
end if
```

```
if(elm.eq.7) then
xu=x8
xl=x7
yu=y8
yl=y7
sudphi=atan((x7-x8)/hor1)
end if
```

```
if(elm.eq.8) then
xu=x9
xl=x8
yu=y9
yl=y8
sudphi=atan((x8-x9)/hor1)
end if
```

```
if(elm.eq.9) then
xu=x10
xl=x9
yu=y10
yl=y9
sudphi=atan((x9-x10)/hor2)
end if
```

```
if(elm.eq.10) then
xu=x11
xl=x10
yu=y11
yl=y10
sudphi=atan((x10-x11)/hor2)
end if
```

```
if(elm.eq.11) then
xu=x12
xl=x11
yu=y12
yl=y11
sudphi=atan((x11-x12)/hor3)
end if
```



```
if(elm.eq.12) then
xu=x13
xl=x12
yu=y13
yl=y12
sudphi=atan((x12-x13)/hor3)
end if
```

```
if(elm.eq.13) then
xu=x15
xl=x14
yu=y15
yl=y14
sudphi=atan((x14-x15)/hor1)
end if
```

```
if(elm.eq.14) then
xu=x16
xl=x15
yu=y16
yl=y15
sudphi=atan((x15-x16)/hor1)
end if
```

```
if(elm.eq.15) then
xu=x17
xl=x16
yu=y17
yl=y16
sudphi=atan((x16-x17)/hor2)
end if
```

```
if(elm.eq.16) then
xu=x18
xl=x17
yu=y18
yl=y17
sudphi=atan((x17-x18)/hor2)
end if
```

```
if(elm.eq.17) then
xu=x19
xl=x18
yu=y19
yl=y18
sudphi=atan((x18-x19)/hor3)
end if
```

```
if(elm.eq.18) then
xu=x20
xl=x19
yu=y20
yl=y19
sudphi=atan((x19-x20)/hor3)
end if
```

```

20  loop=0
21  loop=loop+1
    if(elm.eq.1.or.elm.eq.2.or.elm.eq.3.or.elm.eq.4.or.elm.eq.5.or.e
-lm.eq.6.or.elm.eq.7.or.elm.eq.8.or.elm.eq.9.or.elm.eq.10.or.e
-lm.eq.11.or.elm.eq.12.or.elm.eq.13.or.elm.eq.14.or.elm.eq.15.or.e
-lm.eq.16.or.elm.eq.17.or.elm.eq.18 )then

    goto 125
endif

25  ya1=y1+(hor1/4)
    ya2=y1+((hor1+hor2)/4)
    ya3=y1+((hor1+hor2+hor3)/4)
    xa1=x1
    xa2=x1
    xa3=x1
    goto 136

36  if(loop.eq.1)then
    x=x1
    y=y1
end if

    if(loop.eq.2)then
    x=xa1
    y=ya1
end if

    if(loop.eq.3)then
    x=xa2
    y=ya2
end if

    if(loop.eq.4)then
    x=xa3
    y=ya3
end if

    if(loop.eq.5)then
    x=xu
    y=yu
end if

    goto 130

***** PERHITUNGAN KECEPATAN PARTIKEL GELOMBANG *****
30  w=(2*phi)/T
    k=(2*phi)/L
    sinhkd=sinh(k*d)
    u=((w*H)/2)*(cosh(k*y))*(cos((k*x)-(w*lt)))/sinhkd
    v=((w*H)/2)*(sinh(k*y))*(sin((k*x)-(w*lt)))/sinhkd

***** PERHITUNGAN PERCEPATAN PARTIKEL GELOMBANG *****
    ax=((w**2)*H/2)*(cosh(k*y))*(sin((k*x)-(w*lt)))/sinhkd
    ay=-((w**2)*H/2)*(sinh(k*y))*(cos((k*x)-(w*lt)))/sinhkd

***** KOMPONEN-KOMPONEN NORMAL GELOMBANG *****
    cx=sin(sudphi)
    cy=cos(sudphi)
    vv=sqrt((u**2)+(v**2)-((cx*u+cy*v)**2))

```

```

un=u-(cx*((cx*u)+(cy*v)))
vn=v-(cy*((cx*u)+(cy*v)))
anx=ax-(cx*((cx*ax)+(cy*ay)))
any=ay-(cy*((cx*ax)+(cy*ay)))

if(elm.eq.1.or.elm.eq.2.or.elm.eq.3.or.elm.eq.4.or.elm.eq.5.or.
-elm.eq.6)then
goto 132
endif

if(elm.eq.7.or.elm.eq.8.or.elm.eq.9.or.elm.eq.10.or.e
-lm.eq.11.or.elm.eq.12)then
goto 132
endif

if(elm.eq.13.or.elm.eq.14.or.elm.eq.15.or.elm.eq.16.or.elm.e
-q.17.or.elm.eq.18)then
goto 132
endif

***** BEBAN GELOMBANG MORISON *****
B1  fx=(0.5*rho*cd*dc*vv*un)+(rho*cm*phi*dc**2*anx/4)
    fy=(0.5*rho*cd*dc*vv*vn)+(rho*cm*phi*dc**2*any/4)
    fn=sqrt((fx**2)+(fy**2))
    goto 134

B2  fx=(0.5*rho*cd*dh*vv*un)+(rho*cm*phi*dh**2*anx/4)
    fy=(0.5*rho*cd*dh*vv*vn)+(rho*cm*phi*dh**2*any/4)
    fn=sqrt((fx**2)+(fy**2))
    goto 134

B3  fx=(0.5*rho*cd*dd*vv*un)+(rho*cm*phi*dd**2*anx/4)
    fy=(0.5*rho*cd*dd*vv*vn)+(rho*cm*phi*dd**2*any/4)
    fn=sqrt((fx**2)+(fy**2))
    goto 134

B4  if(y.gt.(d+H/2))then
    fx=0
    fy=0
    fn=0
    end if
    chi=(180*sudphi)/phi
    write (9,135)x,y,chi,fx,fy,fn
B5  Format(f6.3,'|',f6.1,'|',f6.2,'|',f10.3,'|',f10.3,'|',f10.3)
    if(loop.eq.5)then
    goto 85
    else
    goto 121
    end if

    stop
    end

***** AKHIR DARI PROGRAM *****

```




DAFTAR LAMPIRAN

OUTPUT FORTRAN GAYA GELOMBANG

Untuk menghitung beban gelombang diperlukan data-data sebagai berikut:

- Panjang gelombang	= L	= 227.6800 meter
- Periode gelombang	= T	= 12.5000 detik
- Kedalaman air	= d	= 61.0000 meter
- Tinggi gelombang	= H	= 11.2000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h1	= 25.0000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h2	= 23.0000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h3	= 17.5000 meter
- Lebar puncak	= b1	= 13.7200 meter
- Lebar alas	= b2	= 27.3200 meter
- Koef. Drag (antara 0.6 s.d. 1.0)	= CD	= .6400
- Koef. Inersia (antara 1.5 s.d. 2.0)	= CM	= 2.0000
- Diameter nominal chord	= D	= 1.4800 meter
- Diameter nominal brace horizontal	= dh	= .6600 meter
- Diameter nominal brace diagonal	= dd	= .7620 meter
- Tebal dinding chord	= Tc	= .0500 meter
- Tebal dinding brace horizontal	= Tbh	= .0200 meter
- Tebal dinding brace diagonal	= Tbd	= .0200 meter
- Interval waktu	= lt	= 1.0000 detik

ELEMEN 1

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
.000	.0	-2.15	10.579	.398	10.586
.000	6.3	-2.15	10.089	.379	10.097
.000	12.0	-2.15	15.434	.580	15.445
.000	16.4	-2.15	23.976	.901	23.993
.940	13.8	-2.15	34.031	1.280	34.055

ELEMEN 2

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
.940	13.8	-2.15	34.031	1.280	34.055
.940	20.0	-3.57	43.489	2.714	43.573
.940	25.8	-3.57	68.511	4.275	68.644
.940	30.1	-3.57	97.274	6.070	97.463
2.500	25.0	-3.57	96.651	6.031	96.839

ELEMEN 3

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
2.500	25.0	-3.57	96.651	6.031	96.839
2.500	31.3	-1.82	163.535	5.190	163.617
2.500	37.0	-1.82	236.859	7.518	236.978
2.500	41.4	-1.82	314.579	9.984	314.738
3.230	37.9	-1.82	272.049	8.635	272.186

ELEMEN 4

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
3.230	37.9	-1.82	272.049	8.635	272.186
3.230	44.1	-3.88	361.580	24.525	362.410
3.230	49.9	-3.88	524.192	35.554	525.397
3.230	54.3	-3.88	693.810	47.058	695.404
4.790	48.0	-3.88	528.785	35.865	530.000

ELEMEN 5

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
4.790	48.0	-3.88	528.785	35.865	530.000
4.790	54.3	-3.79	778.199	51.583	779.906
4.790	60.0	-3.79	1105.574	73.284	1108.000
4.790	64.4	-3.79	1442.164	95.595	1445.329
5.950	58.0	-3.79	1045.756	69.319	1048.051

ELEMEN 6

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
5.950	58.0	-2.78	1081.351	52.523	1082.625
5.950	64.2	-2.78	1565.151	76.022	1566.996
5.950	70.0	-2.78	.000	.000	.000
5.950	74.3	-2.78	.000	.000	.000
6.800	65.5	-2.78	1753.293	85.160	1755.360

ELEMEN 7

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	.0	.00	228.341	.000	228.341
15.900	6.3	.00	235.576	.000	235.576
15.900	12.0	.00	255.758	.000	255.758
15.900	16.4	.00	281.073	.000	281.073
15.900	13.8	.00	264.764	.000	264.764

ELEMEN 8

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	13.8	.00	264.764	.000	264.764
15.900	20.0	.00	309.734	.000	309.734
15.900	25.8	.00	372.657	.000	372.657
15.900	30.1	.00	438.433	.000	438.433
15.900	25.0	.00	363.063	.000	363.063

ELEMEN 9

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	25.0	.00	363.063	.000	363.063
15.900	31.3	.00	458.358	.000	458.358
15.900	37.0	.00	583.655	.000	583.655
15.900	41.4	.00	711.216	.000	711.216
15.900	37.9	.00	606.804	.000	606.804

ELEMEN 10

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	37.9	.00	606.804	.000	606.804
15.900	44.1	.00	809.524	.000	809.524
15.900	49.9	.00	1071.426	.000	1071.426
15.900	54.3	.00	1335.887	.000	1335.887
15.900	48.0	.00	976.293	.000	976.293

ELEMEN 11

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	48.0	.00	976.293	.000	976.293
15.900	54.3	.00	1335.547	.000	1335.547
15.900	60.0	.00	1797.759	.000	1797.759
15.900	64.4	.00	2263.493	.000	2263.493
15.900	58.0	.00	1617.797	.000	1617.797

ELEMEN 12

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	58.0	.00	1617.797	.000	1617.797
15.900	64.2	.00	2245.573	.000	2245.573
15.900	70.0	.00	.000	.000	.000
15.900	74.3	.00	.000	.000	.000
15.900	65.5	.00	2402.772	.000	2402.772

ELEMEN 13

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	.0	.00	330.176	.000	330.176
26.900	6.3	.00	338.730	.000	338.730
26.900	12.0	.00	362.457	.000	362.457
26.900	16.4	.00	391.969	.000	391.969
26.900	13.8	.00	372.986	.000	372.986

ELEMEN 14

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	13.8	.00	372.986	.000	372.986
26.900	20.0	.00	425.090	.000	425.090
26.900	25.8	.00	496.906	.000	496.906
26.900	30.1	.00	570.920	.000	570.920
26.900	25.0	.00	486.026	.000	486.026

ELEMEN 15

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	25.0	.00	486.026	.000	486.026
26.900	31.3	.00	593.165	.000	593.165
26.900	37.0	.00	731.556	.000	731.556
26.900	41.4	.00	870.377	.000	870.377
26.900	37.9	.00	756.885	.000	756.885

ELEMEN 16

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	37.9	.00	756.885	.000	756.885
26.900	44.1	.00	976.285	.000	976.285
26.900	49.9	.00	1255.067	.000	1255.067
26.900	54.3	.00	1532.959	.000	1532.959
26.900	48.0	.00	1154.288	.000	1154.288

ELEMEN 17

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	48.0	.00	1154.288	.000	1154.288
26.900	54.3	.00	1532.602	.000	1532.602
26.900	60.0	.00	2012.445	.000	2012.445
26.900	64.4	.00	2490.766	.000	2490.766
26.900	58.0	.00	1826.344	.000	1826.344

ELEMEN 18

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	58.0	.00	1826.344	.000	1826.344
26.900	64.2	.00	2472.437	.000	2472.437
26.900	70.0	.00	.000	.000	.000
26.900	74.3	.00	.000	.000	.000
26.900	65.5	.00	2633.051	.000	2633.051

Untuk menghitung beban gelombang diperlukan data-data sebagai berikut:

- Panjang gelombang	= L	= 227.6800 meter
- Periode gelombang	= T	= 12.5000 detik
- Kedalaman air	= d	= 61.0000 meter
- Tinggi gelombang	= H	= 11.2000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h1	= 25.0000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h2	= 23.0000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h3	= 17.5000 meter
- Lebar puncak	= b1	= 13.7200 meter
- Lebar alas	= b2	= 27.3200 meter
- Koef. Drag (antara 0.6 s.d. 1.0)	= CD	= .6400
- Koef. Inersia (antara 1.5 s.d. 2.0)	= CM	= 2.0000
- Diameter nominal chord	= D	= 1.4800 meter
- Diameter nominal brace horizontal	= dh	= .6600 meter
- Diameter nominal brace diagonal	= dd	= .7620 meter
- Tebal dinding chord	= Tc	= .0500 meter
- Tebal dinding brace horizontal	= Tbh	= .0200 meter
- Tebal dinding brace diagonal	= Tbd	= .0200 meter
- Interval waktu	= lt	= 1.0000 detik

ELEMEN 1

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
.000	.0	-2.15	-488.452	-18.366	488.798
.000	6.3	-2.15	-503.265	-18.923	503.620
.000	12.0	-2.15	-517.743	-19.467	518.108
.000	16.4	-2.15	-528.018	-19.853	528.391
.940	13.8	-2.15	-460.902	-17.330	461.228

ELEMEN 2

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
.940	13.8	-2.15	-460.902	-17.330	461.228
.940	20.0	-3.57	-499.324	-31.158	500.295
.940	25.8	-3.57	-506.627	-31.613	507.612
.940	30.1	-3.57	-501.445	-31.290	502.421
2.500	25.0	-3.57	-384.119	-23.969	384.866

ELEMEN 3

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
2.500	25.0	-3.57	-384.119	-23.969	384.866
2.500	31.3	-2.04	-295.875	-10.548	296.063
2.500	37.0	-2.04	-218.444	-7.788	218.582
2.500	41.4	-2.04	-123.070	-4.388	123.148
3.320	37.9	-2.04	-113.911	-4.061	113.984

ELEMEN 4

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
3.320	37.9	-2.04	-113.911	-4.061	113.984
3.320	44.1	-3.66	-46.606	-2.979	46.701
3.320	49.9	-3.66	189.285	12.098	189.672
3.320	54.3	-3.66	455.775	29.130	456.705
4.790	48.0	-3.66	313.760	20.053	314.400

ELEMEN 5						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
4.790	48.0	-3.66	313.760	20.053	314.400	
4.790	54.3	-3.79	705.066	46.736	706.613	
4.790	60.0	-3.79	1271.612	84.290	1274.402	
4.790	64.4	-3.79	1878.716	124.532	1882.839	
5.950	58.0	-3.79	1279.938	84.841	1282.746	

ELEMEN 6						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
5.950	58.0	-3.79	1279.938	84.841	1282.746	
5.950	64.2	-2.78	2302.233	111.823	2304.947	
5.950	70.0	-2.78	.000	.000	.000	
5.950	74.3	-2.78	.000	.000	.000	
6.800	65.5	-2.78	2755.434	133.836	2758.682	

ELEMEN 7						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	.0	.00	444.082	.000	444.082	
15.900	6.3	.00	459.293	.000	459.293	
15.900	12.0	.00	501.800	.000	501.800	
15.900	16.4	.00	555.267	.000	555.267	
15.900	13.8	.00	520.804	.000	520.804	

ELEMEN 8						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	13.8	.00	520.804	.000	520.804	
15.900	20.0	.00	615.976	.000	615.976	
15.900	25.8	.00	749.795	.000	749.795	
15.900	30.1	.00	890.309	.000	890.309	
15.900	25.0	.00	729.347	.000	729.347	

ELEMEN 9						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	25.0	.00	729.347	.000	729.347	
15.900	31.3	.00	932.980	.000	932.980	
15.900	37.0	.00	1202.202	.000	1202.202	
15.900	41.4	.00	1477.525	.000	1477.525	
15.900	37.9	.00	1252.085	.000	1252.085	

ELEMEN 10						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	37.9	.00	1252.085	.000	1252.085	
15.900	44.1	.00	1690.353	.000	1690.353	
15.900	49.9	.00	2259.357	.000	2259.357	
15.900	54.3	.00	2836.079	.000	2836.079	
15.900	48.0	.00	2052.382	.000	2052.382	

ELEMEN 11						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	48.0	.00	2052.382	.000	2052.382	
15.900	54.3	.00	2835.334	.000	2835.334	
15.900	60.0	.00	3846.790	.000	3846.790	
15.900	64.4	.00	4869.040	.000	4869.040	
15.900	58.0	.00	3452.547	.000	3452.547	

ELEMEN 12

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	58.0	.00	3452.547	.000	3452.547
15.900	64.2	.00	4829.661	.000	4829.661
15.900	70.0	.00	.000	.000	.000
15.900	74.3	.00	.000	.000	.000
15.900	65.5	.00	5175.201	.000	5175.201

ELEMEN 13

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	65.5	.00	5175.201	.000	5175.201
26.900	6.3	.00	1016.108	.000	1016.108
26.900	12.0	.00	1079.539	.000	1079.539
26.900	16.4	.00	1157.991	.000	1157.991
26.900	13.8	.00	1107.583	.000	1107.583

ELEMEN 14

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	13.8	.00	1107.583	.000	1107.583
26.900	20.0	.00	1245.510	.000	1245.510
26.900	25.8	.00	1433.638	.000	1433.638
26.900	30.1	.00	1625.577	.000	1625.577
26.900	25.0	.00	1405.266	.000	1405.266

ELEMEN 15

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	25.0	.00	1405.266	.000	1405.266
26.900	31.3	.00	1682.936	.000	1682.936
26.900	37.0	.00	2036.959	.000	2036.959
26.900	41.4	.00	2388.137	.000	2388.137
26.900	37.9	.00	2101.295	.000	2101.295

ELEMEN 16

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	37.9	.00	2101.295	.000	2101.295
26.900	44.1	.00	2653.975	.000	2653.975
26.900	49.9	.00	3347.157	.000	3347.157
26.900	54.3	.00	4030.983	.000	4030.983
26.900	48.0	.00	3097.532	.000	3097.532

ELEMEN 17

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	48.0	.00	3097.532	.000	3097.532
26.900	54.3	.00	4030.110	.000	4030.110
26.900	60.0	.00	5199.190	.000	5199.190
26.900	64.4	.00	6354.074	.000	6354.074
26.900	58.0	.00	4747.250	.000	4747.250

ELEMEN 18

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	58.0	.00	4747.250	.000	4747.250
26.900	64.2	.00	6309.972	.000	6309.972
26.900	70.0	.00	.000	.000	.000
26.900	74.3	.00	.000	.000	.000
26.900	65.5	.00	6696.059	.000	6696.059

Untuk menghitung beban gelombang diperlukan data-data sebagai berikut:

- Panjang gelombang	= L	= 227.6800 meter
- Periode gelombang	= T	= 12.5000 detik
- Kedalaman air	= d	= 61.0000 meter
- Tinggi gelombang	= H	= 11.2000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h1	= 25.0000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h2	= 23.0000 meter
- Jarak antara bracing horizontal	= h3	= 17.5000 meter
- Lebar puncak	= b1	= 13.7200 meter
- Lebar alas	= b2	= 27.3200 meter
- Koef. Drag (antara 0.6 s.d. 1.0)	= CD	= .6400
- Koef. Inersia (antara 1.5 s.d. 2.0)	= CM	= 2.0000
- Diameter nominal chord	= D	= 1.4800 meter
- Diameter nominal brace horizontal	= dh	= .6600 meter
- Diameter nominal brace diagonal	= dd	= .7620 meter
- Tebal dinding chord	= Tc	= .0500 meter
- Tebal dinding brace horizontal	= Tbh	= .0200 meter
- Tebal dinding brace diagonal	= Tbd	= .0200 meter
- Interval waktu	= lt	= 1.0000 detik

ELEMEN 1

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
.000	.0	-2.15	-20.588	-.774	20.603
.000	6.3	-2.15	-22.031	-.828	22.047
.000	12.0	-2.15	-17.556	-.660	17.568
.000	16.4	-2.15	-9.578	-.360	9.585
.940	13.8	-2.15	4.885	.184	4.889

ELEMEN 2

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
.940	13.8	-2.15	4.885	.184	4.889
.940	20.0	-3.57	11.985	.748	12.008
.940	25.8	-3.57	36.813	2.297	36.885
.940	30.1	-3.57	66.222	4.132	66.351
2.500	25.0	-1.82	90.689	2.878	90.734

ELEMEN 3

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
2.500	25.0	-1.82	90.689	2.878	90.734
2.500	31.3	-1.82	146.947	4.664	147.021
2.500	37.0	-1.82	226.195	7.179	226.308
2.500	41.4	-1.82	311.020	9.872	311.177
3.230	37.9	-1.82	267.872	8.502	268.006

ELEMEN 4

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
3.230	37.9	-1.82	267.872	8.502	268.006
3.230	44.1	-3.88	360.813	24.473	361.642
3.230	49.9	-3.88	539.898	36.619	541.139
3.230	54.3	-3.88	728.050	49.381	729.723
4.790	48.0	-3.88	553.508	37.542	554.780

ELEMEN 5						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
4.790	48.0	-3.88	553.508	37.542	554.780	
4.790	54.3	-3.79	831.861	55.140	833.686	
4.790	60.0	-3.79	1199.099	79.483	1201.730	
4.790	64.4	-3.79	1578.250	104.615	1581.713	
5.950	58.0	-3.79	1139.160	75.510	1141.660	

ELEMEN 6						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
5.950	58.0	-3.79	1139.160	75.510	1141.660	
5.950	64.2	-2.78	1729.705	84.014	1731.744	
5.950	70.0	-2.78	.000	.000	.000	
5.950	74.3	-2.78	.000	.000	.000	
6.800	65.5	-2.78	1948.928	94.662	1951.226	

ELEMEN 7						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	.0	.00	259.278	.000	259.278	
15.900	6.3	.00	267.566	.000	267.566	
15.900	12.0	.00	290.691	.000	290.691	
15.900	16.4	.00	319.707	.000	319.707	
15.900	13.8	.00	301.013	.000	301.013	

ELEMEN 8						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	13.8	.00	301.013	.000	301.013	
15.900	20.0	.00	352.569	.000	352.569	
15.900	25.8	.00	424.751	.000	424.751	
15.900	30.1	.00	500.245	.000	500.245	
15.900	25.0	.00	413.742	.000	413.742	

ELEMEN 9						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	25.0	.00	413.742	.000	413.742	
15.900	31.3	.00	523.120	.000	523.120	
15.900	37.0	.00	667.029	.000	667.029	
15.900	41.4	.00	813.617	.000	813.617	
15.900	37.9	.00	693.626	.000	693.626	

ELEMEN 10						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	37.9	.00	693.626	.000	693.626	
15.900	44.1	.00	926.630	.000	926.630	
15.900	49.9	.00	1227.837	.000	1227.837	
15.900	54.3	.00	1532.125	.000	1532.125	
15.900	48.0	.00	1118.408	.000	1118.408	

ELEMEN 11						
x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)	
15.900	48.0	.00	1118.408	.000	1118.408	
15.900	54.3	.00	1531.732	.000	1531.732	
15.900	60.0	.00	2063.776	.000	2063.776	
15.900	64.4	.00	2600.069	.000	2600.069	
15.900	58.0	.00	1856.597	.000	1856.597	

ELEMEN 12

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
15.900	58.0	.00	1856.597	.000	1856.597
15.900	64.2	.00	2579.431	.000	2579.431
15.900	70.0	.00	.000	.000	.000
15.900	74.3	.00	.000	.000	.000
15.900	65.5	.00	2760.479	.000	2760.479

ELEMEN 13

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	.0	.00	397.391	.000	397.391
26.900	6.3	.00	407.509	.000	407.509
26.900	12.0	.00	435.557	.000	435.557
26.900	16.4	.00	470.417	.000	470.417
26.900	13.8	.00	447.998	.000	447.998

ELEMEN 14

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	13.8	.00	447.998	.000	447.998
26.900	20.0	.00	509.505	.000	509.505
26.900	25.8	.00	594.154	.000	594.154
26.900	30.1	.00	681.270	.000	681.270
26.900	25.0	.00	581.338	.000	581.338

ELEMEN 15

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	25.0	.00	581.338	.000	581.338
26.900	31.3	.00	707.432	.000	707.432
26.900	37.0	.00	870.008	.000	870.008
26.900	41.4	.00	1032.838	.000	1032.838
26.900	37.9	.00	899.734	.000	899.734

ELEMEN 16

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	37.9	.00	899.734	.000	899.734
26.900	44.1	.00	1156.929	.000	1156.929
26.900	49.9	.00	1483.152	.000	1483.152
26.900	54.3	.00	1807.877	.000	1807.877
26.900	48.0	.00	1365.285	.000	1365.285

ELEMEN 17

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	48.0	.00	1365.285	.000	1365.285
26.900	54.3	.00	1807.461	.000	1807.461
26.900	60.0	.00	2367.421	.000	2367.421
26.900	64.4	.00	2924.934	.000	2924.934
26.900	58.0	.00	2150.342	.000	2150.342

ELEMEN 18

x(m)	y(m)	Chi	fx(N/m)	fy(N/m)	fn(N/m)
26.900	58.0	.00	2150.342	.000	2150.342
26.900	64.2	.00	2903.580	.000	2903.580
26.900	70.0	.00	.000	.000	.000
26.900	74.3	.00	.000	.000	.000
26.900	65.5	.00	3090.677	.000	3090.677



DAFTAR LAMPIRAN

GEOMETRI STRUKTUR

Geometri Struktur Bracing X

EL	D	d	t	D/t	r	phi	A	ix	ip	rg	L	k	kL/r	E
1	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
2	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
3	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
4	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
5	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
6	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
7	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	19.43	0.8	58.28271	210000
8	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	15.8	0.8	47.39408	210000
9	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	19.43	0.8	58.28271	210000
10	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	15.8	0.8	47.39408	210000
11	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.98	0.8	50.93363	210000
12	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.52	0.8	40.55493	210000
13	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.98	0.8	50.93363	210000
14	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.52	0.8	40.55493	210000
15	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.4	0.8	40.19498	210000
16	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	10.15	0.8	30.44619	210000
17	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.4	0.8	40.19498	210000
18	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	10.15	0.8	30.44619	210000
19	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	27.32	0.8	94.61472	210000
20	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	22.32	0.8	83.63466	210000
21	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	17.735	0.8	66.45433	210000
22	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	13.72	0.8	47.51515	210000
23	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
24	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
25	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
26	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.78	0.8	56.33296	210000
27	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18	0.8	53.99325	210000
28	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.78	0.8	56.33296	210000
29	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18	0.8	53.99325	210000
30	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.9	0.8	50.69366	210000
31	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.1	0.8	48.29396	210000
32	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.9	0.8	50.69366	210000
33	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.1	0.8	48.29396	210000
34	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.9	0.8	38.69516	210000
35	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.6	0.8	37.79528	210000
36	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.9	0.8	38.69516	210000
37	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.6	0.8	37.79528	210000
38	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	26.9	0.8	93.16017	210000
39	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	23.775	0.8	89.08665	210000
40	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	20.858	0.8	78.15644	210000
41	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	18.4	0.8	63.72294	210000
42	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
43	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
44	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
45	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.78	0.8	56.33296	210000
46	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18	0.8	53.99325	210000
47	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.78	0.8	56.33296	210000
48	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18	0.8	53.99325	210000
49	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.9	0.8	50.69366	210000
50	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.1	0.8	48.29396	210000
51	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.9	0.8	38.69516	210000
52	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.6	0.8	37.79528	210000
53	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.9	0.8	38.69516	210000
54	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	12.6	0.8	37.79528	210000
55	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	26.9	0.8	80.68991	210000
56	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	23.775	0.8	71.31609	210000
57	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	20.858	0.8	72.2355	210000
58	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	18.4	0.8	66.94614	210000
59	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	20.858	0.8	78.15644	210000
60	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	18.4	0.8	63.72294	210000
61	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	19.43	0.8	58.28271	210000
62	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	15.8	0.8	47.39408	210000
63	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	19.43	0.8	58.28271	210000
64	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	15.8	0.8	47.39408	210000
65	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.98	0.8	50.93363	210000
66	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.52	0.8	40.55493	210000
67	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	16.98	0.8	50.93363	210000
68	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.52	0.8	40.55493	210000
69	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.4	0.8	40.19498	210000
70	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	10.15	0.8	30.44619	210000
71	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.4	0.8	40.19498	210000
72	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	10.15	0.8	30.44619	210000
73	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	27.32	0		

Geometri Struktur Bracing K

EL	D	d	t	D/t	r	phi	A	Ix	Ip	rg	L	k	kL/r	E
1	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
2	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
3	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
4	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
5	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
6	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
7	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	27.38	0.8	82.12973	210000
8	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	24.65	0.8	73.94076	210000
9	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	24.65	0.8	73.94076	210000
10	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	24.65	0.8	73.94076	210000
11	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.8	0.8	56.39295	210000
12	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.8	0.8	56.39295	210000
13	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	13.66	0.8	51.18501	210000
14	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	11.16	0.8	41.81733	210000
15	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	11.16	0.8	41.81733	210000
16	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	8.87	0.8	33.23653	210000
17	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	8.87	0.8	33.23653	210000
18	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	13.72	0.8	47.51515	210000
19	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
20	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
21	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
22	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	28.86	0.8	86.56918	210000
23	0.762	0.7366	0.0254	30	0.37465	3.14	0.059761	0.004194	0.008388	0.2667	26.69	0.8	80.05999	210000
24	0.762	0.7366	0.0254	30	0.37465	3.14	0.059761	0.004194	0.008388	0.2667	25.72	0.8	77.15036	210000
25	0.762	0.7366	0.0254	30	0.37465	3.14	0.059761	0.004194	0.008388	0.2667	24.83	0.8	74.48069	210000
26	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	19.7	0.8	59.09261	210000
27	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	19.84	0.8	59.51256	210000
28	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	17.544	0.8	60.75844	210000
29	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	9.356	0.8	32.40173	210000
30	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	14.419	0.8	54.02904	210000
31	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	9.356	0.8	35.05761	210000
32	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	11.502	0.8	43.09883	210000
33	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	9.356	0.8	35.05761	210000
34	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	18.4	0.8	63.72294	210000
35	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
36	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
37	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
38	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	28.86	0.8	86.56918	210000
39	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	26.69	0.8	80.05999	210000
40	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	24.83	0.8	74.48069	210000
41	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	25.72	0.8	77.15036	210000
42	0.762	0.7366	0.0254	30	0.37465	3.14	0.059761	0.004194	0.008388	0.2667	19.84	0.8	59.51256	210000
43	0.762	0.7366	0.0254	30	0.37465	3.14	0.059761	0.004194	0.008388	0.2667	19.7	0.8	59.09261	210000
44	0.66	0.638	0.022	30	0.3245	3.14	0.048833	0.00236	0.004721	0.231	17.544	0.8	60.75844	210000
45	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	9.356	0.8	32.40173	210000
46	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	9.356	0.8	35.05761	210000
47	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	14.419	0.8	54.02904	210000
48	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	9.356	0.8	35.05761	210000
49	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	11.502	0.8	43.09883	210000
50	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	18.4	0.8	63.72294	210000
51	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	27.38	0.8	82.12973	210000
52	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	27.38	0.8	82.12973	210000
53	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	24.65	0.8	73.94076	210000
54	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	24.65	0.8	73.94076	210000
55	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.8	0.8	56.39295	210000
56	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.8	0.8	56.39295	210000
57	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	13.65	0.8	47.27273	210000
58	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	13.65	0.8	47.27273	210000
59	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	11.16	0.8	41.81733	210000
60	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	11.16	0.8	41.81733	210000
61	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	8.87	0.8	33.23653	210000
62	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	8.87	0.8	33.23653	210000
63	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	13.72	0.8	47.51515	210000
64	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	13.65	0.8	47.27273	210000

Geometri Struktur Bracing Z

EL	D	d	t	D/t	r	phi	A	Ix	Ip	rg	L	k	kL/r	E
1	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
2	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
3	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
4	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.318	0.8	39.10116	210000
5	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	23.293	0.8	35.97375	210000
6	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	17.723	0.8	27.37143	210000
7	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	27.38	0.8	82.12973	210000
8	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	27.38	0.8	82.12973	210000
9	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	24.65	0.8	73.94076	210000
10	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	24.65	0.8	85.36797	210000
11	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	18.8	0.8	70.44496	210000
12	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	18.8	0.8	70.44496	210000
13	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	13.66	0.8	47.30736	210000
14	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	11.16	0.8	17.23552	210000
15	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	11.16	0.8	17.23552	210000
16	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	8.87	0.8	13.69884	210000
17	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	8.87	0.8	26.60667	210000
18	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	13.72	0.8	41.15486	210000
19	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	25.318	0.8	75.94451	210000
20	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	23.293	0.8	80.6684	210000
21	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	17.723	0.8	66.40937	210000
22	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	28.86	0.8	108.1405	210000
23	0.66	0.638	0.022	30	0.3245	3.14	0.044833	0.00236	0.004721	0.231	26.69	0.8	92.4329	210000
24	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	25.72	0.8	39.72201	210000
25	1.48	1.430667	0.049333	30	0.727667	3.14	0.225441	0.059685	0.119371	0.518	24.83	0.8	38.34749	210000
26	1.48	1.437714	0.042286	35	0.729429	3.14	0.193703	0.051531	0.103063	0.518	19.7	0.8	30.42471	210000
27	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	19.84	0.8	59.51256	210000
28	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	17.544	0.8	52.62542	210000
29	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	9.356	0.8	28.06449	210000
30	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	14.419	0.8	49.93593	210000
31	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	9.356	0.8	35.05761	210000
32	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	11.502	0.8	43.09883	210000
33	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	9.356	0.8	32.40173	210000
34	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	18.4	0.8	55.1931	210000
35	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	25.318	0.8	75.94451	210000
36	0.762	0.740229	0.021771	35	0.375557	3.14	0.051348	0.003621	0.007242	0.2667	23.293	0.8	69.87027	210000
37	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	17.723	0.8	61.37835	210000
38	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	28.86	0.8	108.1405	210000
39	0.61	0.592571	0.017429	35	0.300643	3.14	0.032906	0.001487	0.002974	0.2135	26.69	0.8	100.0094	210000
40	0.66	0.641143	0.018857	35	0.325286	3.14	0.038521	0.002038	0.004076	0.231	24.83	0.8	85.99134	210000



DAFTAR LAMPIRAN

INDEKS ENVIRONMENT

**INDEKS ENVIRONMENT PADA JACKET KAKI EMPAT
BRACING X**

Beban Gelombang (MN)	Indeks Environment
0.006696	1.79952E-06
0.008370	2.2494E-06
0.010463	2.81174E-06
0.013078	3.51468E-06
0.016348	4.39335E-06
0.020435	5.49169E-06
0.025543	6.86461E-06
0.031929	8.58076E-06
0.039911	1.0726E-05
0.049889	1.34074E-05
0.062361	1.67593E-05
0.077952	2.09491E-05
0.097440	2.61864E-05
0.121800	3.2733E-05
0.152249	4.09163E-05
0.159862	4.29621E-05
0.167855	4.51102E-05
0.176248	4.73657E-05
0.185060	4.9734E-05
0.194313	5.22207E-05
0.204029	5.48317E-05
0.214230	5.75733E-05
0.224942	6.0452E-05
0.236189	6.34746E-05
0.247998	6.66483E-05
0.260398	6.99807E-05
0.263002	7.06805E-05
0.264317	7.10339E-05
0.265639	7.13891E-05
0.265772	7.14248E-05
0.265904	7.14605E-05
0.266037	7.14962E-05
0.266170	7.1532E-05

**INDEKS ENVIRONMENT PADA JACKET KAKI EMPAT
BRACING K**

Beban Gelombang (MN)	Indeks Environment
0.006696	1.79952E-06
0.008370	2.2494E-06
0.010463	2.81174E-06
0.013078	3.51468E-06
0.016348	4.39335E-06
0.020435	5.49169E-06
0.025543	6.86461E-06
0.031929	8.58076E-06
0.039911	1.0726E-05
0.049889	1.34074E-05
0.062361	1.67593E-05
0.077952	2.09491E-05
0.097440	2.61864E-05
0.121800	3.2733E-05
0.152249	4.09163E-05
0.153011	4.11208E-05
0.153776	4.13264E-05
0.154545	4.15331E-05
0.154622	4.15538E-05
0.154699	4.15746E-05
0.154777	4.15954E-05
0.155550	4.18034E-05
0.156328	4.20124E-05
0.157110	4.22225E-05
0.157895	4.24336E-05
0.158685	4.26457E-05
0.159478	4.2859E-05
0.160276	4.30733E-05
0.161077	4.32886E-05
0.161882	4.35051E-05
0.162692	4.37226E-05
0.163505	4.39412E-05
0.164323	4.41609E-05
0.165144	4.43817E-05
0.165970	4.46036E-05
0.166053	4.46259E-05
0.166136	4.46483E-05
0.166219	4.46706E-05



DAFTAR LAMPIRAN

TABEL TEGANGAN IJIN

**TEGANGAN IJIN PADA STRUKTUR JACKET KAKI EMPAT
DENGAN BRACING X**

EL	Fa<cc	Fa>Cc	Fb1	Fb2	Fb3	Fv	Fvt
1	179.978	706.566	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
2	182.820	834.758	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
3	190.077	1441.906	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
4	179.978	706.566	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
5	182.820	834.758	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
6	190.077	1441.906	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
7	160.329	318.019	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
8	171.940	480.932	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
9	160.329	318.019	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
10	171.940	480.932	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
11	168.295	416.411	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
12	178.621	656.817	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
13	168.295	416.411	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
14	178.621	656.817	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
15	178.959	668.634	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
16	187.580	1165.376	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
17	178.959	668.634	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
18	187.580	1165.376	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
19	113.271	120.674	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
20	128.853	154.440	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
21	150.856	244.616	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
22	171.817	478.484	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
23	179.978	706.566	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
24	182.820	834.758	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
25	190.077	1441.906	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
26	162.494	340.414	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
27	166.043	370.555	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
28	162.494	340.414	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
29	166.043	370.555	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
30	168.546	420.363	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
31	171.025	463.176	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
32	168.546	420.363	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
33	171.025	463.176	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
34	180.353	721.471	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
35	181.177	756.235	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
36	180.353	721.471	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
37	181.177	756.235	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
38	115.406	124.472	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
39	121.268	136.115	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
40	136.178	176.849	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
41	154.094	266.036	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
42	179.978	706.566	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
43	182.820	834.758	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
44	190.077	1441.906	260.214	238.538	258.750	138.000	138.000
45	162.494	340.414	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
46	166.043	370.555	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
47	162.494	340.414	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
48	166.043	370.555	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
49	168.546	420.363	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
50	171.025	463.176	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
51	180.353	721.471	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
52	181.177	756.235	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
53	180.353	721.471	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
54	181.177	756.235	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
55	132.827	165.918	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
56	144.917	212.401	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
57	143.769	207.029	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
58	147.841	227.254	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
59	136.178	176.849	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
60	154.094	266.036	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
61	160.329	318.019	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
62	171.940	480.932	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
63	160.329	318.019	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
64	171.940	480.932	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
65	168.295	416.411	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
66	178.621	656.817	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
67	168.295	416.411	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
68	178.621	656.817	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
69	178.959	668.634	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
70	187.580	1165.376	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
71	178.959	668.634	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
72	187.580	1165.376	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
73	113.271	120.674	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
74	128.853	154.440	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
75	150.856	244.616	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000
76	171.817	478.484	255.283	236.894	258.750	138.000	138.000